ผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

นางสาวฐิติมา ตรีโสภณสถาพร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACUTE EFFECTS OF ANTAGONISTIC MUSCLES EXERCISE WITH DIFFERENT RESISTANCE ON PERFORMANCE OF AGONISTIC MUSCLES

Miss Thitima Tresoponsataporn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน
โดย	นางสาวฐิติมา ตรีโสภณสถาพร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร. นงนภัส เจริญพานิช

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร. นงนภัส เจริญพานิช)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ทศพร ยิ้มลมัย)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(นางสาว ชัชฎาพร พิทักษ์เสถียรกุล)

ฐิติมา ตรีโสภณสถาพร : ผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน (ACUTE EFFECTS OF ANTAGONISTIC MUSCLES EXERCISE WITH DIFFERENT RESISTANCE ON PERFORMANCE OF AGONISTIC MUSCLES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ ดร. นงนภัส เจริญพานิช, 82 หน้า.

วัตถุประสงค์ : การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่มีต่อประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานของการโยนในท่านอนดัน

วิธีดำเนินการวิจัย : กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตเพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-22 ปี จำนวน 11 คน อายุเฉลี่ย 19.58 ± 0.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 70.50 ± 3.7 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 176.33 ± 3.03 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.68 ± 1.20 กิโลกรัมต่อเมตร^2 และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของท่านอนดันเฉลี่ย 1.01 ± 0.04 โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องทำการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง แต่ละครั้งเว้นระยะห่างอย่างน้อย 5 วัน ทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1 RM.) ของท่านอนดัน และท่านอนดึงในครั้งแรก และอีก 4 ครั้งที่เหลือทำการทดสอบก่อนการฝึกด้วยการโยนในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% 1 RM. ของท่านอนดัน จำนวน 5 ครั้ง และฝึกท่านอนดึง 8 ครั้ง โดยเลือกความหนักของการฝึกด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย 4 ระดับความหนัก ดังนี้ 20% 1 RM. 40% 1 RM. 60% 1 RM. และ 80% 1 RM. จากนั้น ทดสอบหลังการฝึกด้วยการโยนในท่านอนดันจำนวน 2 ครั้ง คือ หลังฝึกทันทีและหลังจากนั่งพักเป็นเวลา 8 นาที เปรียบเทียบระหว่างระดับความหนัก โดยใช้ One-way ANOVA และหาคู่ต่างโดยวิธี tukey และเปรียบเทียบภายในกลุ่มโดยใช้ One-way ANOVA แบบ repeated measures และหาคู่ต่างโดยวิธี Bonferroni

ผลการวิจัย : เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนักในการฝึกพบว่า ความเร็วสูงสุดหลังการฝึกทันทีที่ระดับ 20% 1 RM. มีค่าต่ำกว่าที่ระดับ 80% 1RM. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังการพัก 8 นาที ความเร็วสูงสุด และแรงสูงสุดที่ระดับ 20% 1 RM. มีค่ามากกว่าที่ระดับ 40% และ 80% 1RM. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มที่ระดับ 40% และ 60% 1RM. พบว่า การทดสอบหลังการพัก 8 นาที มีความเร็วสูงสุดมากกว่าก่อนและหลังฝึกทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และที่ระดับ 80% 1 RM. พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกตัวแปร

สรุปผลการวิจัย :การฝึกท่านอนดึงที่ความหนัก 80% 1RM. สามารถกระตุ้นกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาทได้ทันที ดังนั้นจึงส่งผลฉับพลันต่อพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร่งสูงสุดของการโยนในท่านอนดัน แต่การฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนักนี้ไม่สามารถส่งผลคงค้างหลังจากการพัก 8 นาทีได้ ดังนั้น ความเร่งสูงสุด และ แรงสูงสุดจึงลดลงหลังการพัก 8 นาที

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5878403339 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: ANTAGONIST / AGONIST / RESISTANCE TRAINING / MUSCLE PERFORMANCE

THITIMA TRESOPONSATAPORN: ACUTE EFFECTS OF ANTAGONISTIC MUSCLES EXERCISE WITH DIFFERENT RESISTANCE ON PERFORMANCE OF AGONISTIC MUSCLES. ADVISOR: NONGNAPAS CHAROENPANICH, Ph.D., 82 pp.

Purpose: This study was to examine the effects of different intensities of antagonistic exercise on performance of agonist muscles.

Methods: Participants were 11 healthy males (18-22 years, 70.50 ± 3.7 kg., 176.33 ± 3.03 cm. , BMI were 22.68 ± 1.20 kg./m.^{2}, and relative strength of bench press were 1.01 ± 0.04) Participants were selected by random sampling. Participants came to the laboratory on five different occasions, with a minimum rest interval of 5 days. On the first visit, participants were familiarized with 1 RM. Testing of bench press and bench pull. On the second, third, fourth and fifth visits, participant performed pre-test by bench press throw 30% 1RM. of bench press 5 times and then participant performed bench pull exercise with random sampling in 4 intensities such as 20% 1 RM., 40% 1RM., 60% 1RM. and 80% 1RM. of bench pull 8 times and followed immediately post-test by 5 times of bench press throw and rested 8 minutes followed by bench press throw 5 times. Data analysis was performed by using One-way ANOVA with multiple comparisons by tukey method and One-way ANOVA with Repeated Measures with multiple comparisons by Bonferroni method.

Results: The comparison among training intensities showed that the peak velocity of acute post training at 20% 1 RM. was significantly faster than at 80% 1RM. On the other hand, after 8 minutes post-training , the peak velocity and peak acceleration at 20% 1RM. were significantly greater than 40% and 80% 1RM. Additionally, when compared withing group, the results showed that the training intensity at 40% and 60% 1 RM. the peak velocity at 8 minutes post-test was significantly faster than pre and acute post-test. Moreover, the training intensity 80% 1RM. showed significantly difference of all variable.

conclusion: This study showed antagonistic exercise with bench pull at high intensity 80% 1RM. related immediately effect of peak acceleration, peak force, and peak power so antagonistic exercise with high intensity significantly affected to reciprocal innervation. However, antagonistic exercise at high intensity hadn't retention effect.

Field of Study: Sports Science Student's Signature .....

Academic Year: 2016 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความกรุณาของอาจารย์ ดร. นงนภัส เจริญพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น และคำแนะนำ ตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดี อีกทั้งยังติดตาม และให้ความเอาใจใส่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่งจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ซึ่งกรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็นและคำแนะนำการตีพิมพ์วารสารทางวิชาการ

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์การทดสอบ เครื่องมือ และสถานที่ รวมทั้งให้ความรู้กับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆนิสิตปริญญาโท สำหรับคำแนะนำ และกำลังใจ

ขอขอบพระคุณ น้องๆนิสิตปริญญาตรี สำหรับการให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมงานวิจัยของข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และแนวคิดแก่ผู้วิจัยทั้งด้านวิชาการและการดำเนินชีวิต พ่อแม่และญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังใจและอำนวยความสะดวกให้ผู้วิจัยเสมอมา ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
คำถามในการวิจัย 4
สมมุติฐานของการวิจัย 4
ขอบเขตของการวิจัย 4
คำจำกัดความของการวิจัย 5
บทที่ 2 7
ทบทวนวรรณกรรม 7
เอกสารที่เกี่ยวข้อง 7
1. ความสำคัญของการฝึกในท่านอนดัน (Bench press) 7
2. หน้าที่และความสำคัญของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน (Antagonist) 9
3. รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานและกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน 11
4. วิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อขณะโยนในท่านอนดัน (Bench press throw) 13
6. การพัฒนาพลังของระบบประสาทกล้ามเนื้อ 21
บทที่ 3 24
วิธีการดำเนินงานวิจัย 24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

วิธีดำเนินการวิจัย 24
กลุ่มตัวอย่าง 24
ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 24
การสังเกตและการวัด 25
ขั้นตอนการทดลอง 28
การวิเคราะห์ข้อมูล 33
บทที่ 4 34
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 34
ตอนที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัย 35
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ Two way ANOVA with repeated measures 36
ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน 4 ระดับความหนัก 37
ตอนที่ 4 ตารางเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อน หลัง และหลังพัก 8 นาที 4 ระดับความหนัก 40
บทที่ 5 45
อภิปรายผล 45
สรุปผลการวิจัย 50
ข้อจำกัดของการวิจัย 50
รายการอ้างอิง 51
ภาคผนวก ก. 60
ภาคผนวก ข. 64
ภาคผนวก ค. 67
ภาคผนวก ง. 70
ภาคผนวก จ. 72
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 82

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัย 35

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์ผลระหว่างความหนักกับการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง 366

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. ก่อนการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey 37

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. หลังการฝึกทันที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey 38

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. หลังการพัก 8 นาที ของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey 39

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 20% 1RM. 40

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 40% 1RM. 41

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 60% 1RM. 42

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 80% 1RM. 43

สารบัญภาพ

รูปที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการขว้าง (Van den Tillaar, 2004) 8

รูปที่ 2 แสดงการยับยั้งจากการทำงาน (Reciprocal Inhibition) 12

รูปที่ 3 การโยนในท่านอนดัน 13

รูปที่ 4 การทำท่านอนดึง 14

รูปที่ 5 กรอบแนวคิด 23

รูปที่ 6 เครื่อง FT 700 26

รูปที่ 7 การทดสอบ 1RM. ของท่านอนดัน 28

รูปที่ 8 การทดสอบ 1RM. ของท่านอนดึง 29

รูปที่ 9 การทดสอบการโยนในท่านอนดันที่ 30% 1RM. ของท่านอนดัน 30

รูปที่ 10 แสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัย 32

รูปที่ 11 Standing scaption 61

รูปที่ 12 Cuban press 61

รูปที่ 13 Push up plus 62

รูปที่ 14 Grip pull-apart 62

รูปที่ 15 Doorway row 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การฝึกด้วยน้ำหนักหรือใช้แรงต้านเป็นที่นิยมและมีความสำคัญต่อการเสริมสร้างความสามารถในการเล่นกีฬาประเภทต่างๆ การฝึกโดยใช้แรงต้านและฝึกกล้ามเนื้ออย่างเหมาะสม จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเล่นกีฬาดีขึ้น หนึ่งในท่าฝึกโดยใช้แรงต้านที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือ ท่านอนดัน (Bench press) (Barnett et al., 1995; Egger, 1989) ซึ่งเป็นท่าฝึกเพื่อเน้นการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทรวงอกส่วนบน ส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการระเบิดพลัง (Explosive power) การเคลื่อนไหวของแขน (Stone and Kroll, 1991) เพื่อเพิ่มสมรรถภาพในการเล่นกีฬาโดยเฉพาะกีฬาที่ต้องอาศัยการทำงานของแขน เช่น ว่ายน้ำ โปโลน้ำ และแฮนด์บอล (Cronin et al., 2007; Hoff and Almåsbakk, 1995; Nuber et al., 1986; Veliz et al., 2014) งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การฝึกด้วยท่านอนดันจนกล้ามเนื้อแข็งแรง ส่งผลให้การว่ายน้ำในท่าฟรีสไตล์และท่าผีเสื้อดีขึ้น เนื่องจากมีแรงดึงในช่วงดึงแขนใต้น้ำและดันลำตัวให้พุ่งผ่านน้ำได้เร็วขึ้น (Birrer, 1986) จากงานวิจัยของ Veliz และ คณะ (Veliz et al., 2014) พบว่าการฝึกท่านอนดันส่งผลให้นักกีฬาโปโลน้ำมีความเร็วในการขว้างลูกบอลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Hoff และ Almåsbakk (Hoff and Almåsbakk, 1995) พบว่าการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดโดยใช้โปรแกรมการฝึกด้วยท่านอนดันเป็นเวลา 9 สัปดาห์ทำให้นักกีฬาแฮนด์บอลสามารถขว้างลูกบอลได้เร็วขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นโปรแกรมการฝึกของกีฬาหลายประเภทจึงนิยมใช้ท่านอนดันในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเล่นกีฬาและใช้ในการอบอุ่นร่างกายเพื่อให้กล้ามเนื้อมีความพร้อมก่อนการทำงาน

การเลือกท่าในการฝึกฝนเพื่อเพิ่มการพัฒนาความสามารถของกลุ่มกล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อการเล่นกีฬา นอกจากจะคำนึงถึงกล้ามเนื้อมัดหลักที่ต้องการฝึกฝนแล้ว ยังต้องคำนึงถึงกล้ามเนื้อมัดอื่นที่เสริมการทำงานของกล้ามเนื้อมัดนั้นๆ ด้วย เนื่องจากกล้ามเนื้อจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อเกิดการทำงานประสานสัมพันธ์กัน ในการเคลื่อนไหวในแต่ละท่าทางพบว่า กล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกายจะร่วมกันทำงานโดยแบ่งตามหน้าที่ต่างๆ ได้ดังนี้ กล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน (Agonist) กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน (Antagonist) กล้ามเนื้อที่ทำงานเสริม (Synergist) และกล้ามเนื้อที่ยึด

ตรึงข้อต่อที่ทำการเคลื่อนไหว (Fixator) โดยกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เรากำหนดไว้ กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานสำหรับการฝึกท่านอนดัน ได้แก่ Pectoralis major ทั้ง 2 ส่วน, Anterior deltoid และ Triceps brachii (Barnett et al., 1995; Eleftherios Kellis and Baltzopoulos, 1998; Muscolino, 2014; Nuber et al., 1986) กลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อฝั่งตรงกันข้ามกับกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานโดยทำงานไปพร้อมกัน แต่ทำงานในรูปแบบการคลายตัวเพื่อให้กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานทำงานได้เต็มประสิทธิภาพไม่ติดขัด นอกจากนี้ยังทำงานในรูปแบบการหดตัวเพื่อชะลอการเคลื่อนไหวที่เกิดจากกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน โดยเฉพาะช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว เพื่อป้องกันการบาดเจ็บของข้อต่อ (Hamilton, 2011; Muscolino, 2014) กลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานสำหรับการฝึกท่านอนดัน ได้แก่ Teres major, Latissimus dorsi, Posterior deltoid, Trapezius และ Rhomboid (Palastanga and Soames, 2011) ในส่วนของกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงานเสริมเป็นกล้ามเนื้อกลุ่มที่ช่วยเสริมการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน เนื่องจากเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ทำหน้าที่โดยตรงเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวในท่านั้นๆ แต่อยู่ข้างเคียง หรือมีบางส่วนของกล้ามเนื้อที่ทำงานในท่าทางนั้นได้ จึงช่วยเสริมให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพมากขึ้น กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานเสริมสำหรับการฝึกท่านอนดัน ได้แก่ Coracobrachialis และ Long head of biceps brachii ช่วยในการยกแขนมาทางด้านหน้า และหมุนแขนเข้ามาทางด้านใน (Palastanga and Soames, 2011) กล้ามเนื้อกลุ่มสุดท้ายที่จะกล่าวถึงคือ กลุ่มกล้ามเนื้อที่ยึดตรึงข้อต่อที่ทำการเคลื่อนไหว เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการตรึงส่วนของร่างกายที่ไม่ต้องการให้เกิดการเคลื่อนไหวให้อยู่กับที่ ทำให้ส่วนของร่างกายที่จะทำการเคลื่อนไหวสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ได้แก่ กล้ามเนื้อลำตัว โดยตรึงลำตัวให้อยู่นิ่งในขณะที่มีการเคลื่อนไหวของแขนและทรวงอก (Marshall and Murphy, 2006; Muscolino, 2014) กล้ามเนื้อทั้ง 4 กลุ่มนี้จะทำงานประสานสัมพันธ์กัน เพื่อส่งเสริมให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพและทรงพลัง ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวในท่าทางต่างๆ จึงควรคำนึงถึงหน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อเหล่านี้ด้วย

แม้ว่าการเคลื่อนไหวจะเกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อทั้ง 4 กลุ่ม แต่กลุ่มกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวมากที่สุดคือ กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน และกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้าน

การทำงาน โดยกล้ามเนื้อ 2 กลุ่มนี้จะทำงานอย่างสอดคล้องกันในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาทที่เรียกว่า Reciprocal innervation เมื่อกล้ามเนื้อหลักเกิดการทำงานจะมีการยับยั้งการทำงานจากกล้ามเนื้อฝั่งที่ต้านการทำงานร่วมด้วย ช่วยให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพ และทรงพลัง (Baker and Newton, 2005; Hamilton, 2011; Muscolino, 2014) ดังนั้น หากกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานแข็งแรง กล้ามเนื้อหลักที่ทำงานย่อมทำงานได้ดีขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่า การฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการระเบิดพลัง และความเร็วของการเคลื่อนไหวของการโยนในท่านอนดัน (Bench press throw) (Baker and Newton, 2005) รวมถึงการเพิ่มความเร็วของการขว้างลูกบอลในนักกีฬาแฮนด์บอลได้ (Hermassi et al., 2010; Hoff and Almåsbakk, 1995) แต่อย่างไรก็ตาม Robbins และ คณะ (Robbins et al., 2010) กลับแย้งว่าการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน ไม่มีผลต่อการเพิ่มพลังของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน จากความขัดแย้งทางความคิดของผลงานวิจัยดังกล่าว อีกทั้งยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับระดับความหนักของแรงต้านที่ใช้ในการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในระดับความหนักที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน โดยศึกษาทั้งผลฉับพลัน และผลคงค้างของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถามในการวิจัย

ผลของการฝึกกล้ามเนื้อข้อไหล่กลุ่มที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนักต่างกันส่งผลต่อประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานอย่างไร

สมมุติฐานของการวิจัย

ผลของการฝึกกล้ามเนื้อข้อไหล่กลุ่มที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนักที่เหมาะสมส่งผลต่อประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานได้สูงสุด

ขอบเขตของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันและผลคงค้างของการฝึกกล้ามเนื้อข้อไหล่กลุ่มที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตเพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) ตัวแปรต้น (Independent variables)

- การฝึกในท่านอนดึง (Bench pull) แบ่งระดับความหนักดังนี้
  - 20% 1RM. ของท่านอนดึง (Bench pull)
  - 40% 1RM. ของท่านอนดึง (Bench pull)
  - 60% 1RM. ของท่านอนดึง (Bench pull)
  - 80% 1RM. ของท่านอนดึง (Bench pull)

2) ตัวแปรตาม (Dependent variables) ขณะโยนในท่านอนดัน

1) ความเร็วสูงสุดของบาร์เบล (Peak velocity)

2) ความเร่งสูงสุดของบาร์เบล (Peak acceleration)

3) แรงสูงสุด (Peak force)

4) พลังสูงสุด (Peak power)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความของการวิจัย

กล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน คือ กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในท่าทางที่กำหนดไว้ ในการวิจัยนี้ หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานในท่านอนดันซึ่งมีการหดตัวแบบคอนเซนทริก

กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน คือ กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้ามกับกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน ในการวิจัยนี้ หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานในท่านอนดึง ซึ่งกล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบคอนเซนทริก

ท่านอนดัน คือ ท่าที่ผู้ฝึกนอนหงายบนม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก หลังแนบติดกับม้านั่ง ฝ่าเท้าวางระนาบกับพื้น แล้วดันบาร์เบลขึ้นด้านบน

การโยนในท่านอนดัน คือ การโยนบาร์เบลขึ้นไปด้านบนในจังหวะที่ดันบาร์เบลขึ้นในท่านอนดัน โดยใช้เป็นท่าทดสอบประสิทธิภาพในด้านความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานด้วยเครื่อง FT 700

ท่านอนดึง คือ ท่าที่ผู้ฝึกนอนคว่ำบนม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนักที่วางบนพื้น แล้วดึงบาร์เบลขึ้นด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่สามารถทำได้ จนบาร์เบลสัมผัสกับใต้ม้านั่ง

ผลฉับพลัน คือ การวัดผลที่เกิดขึ้นทันทีของการโยนในท่านอนดันที่ความหนัก 30% ของ 1 RM. ของท่านอนดันหลังการฝึกท่านอนดึงในทุกระดับความหนัก

ผลคงค้าง คือ การวัดผลหลังการพัก 8 นาที ของการโยนในท่านอนดันที่ความหนัก 30% ของ 1 RM. ของท่านอนดันหลังการฝึกท่านอนดึงในทุกระดับความหนัก

ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อ ในการวิจัยนี้ หมายถึง ความเร็วสูงสุด (Peak Velocity) ความเร่งสูงสุด (Peak Acceleration) แรงสูงสุด (Peak Force) และพลังสูงสุด (Peak Power) ของการโยนในท่านอนดันที่ความหนัก 30% 1 RM. ของท่านอนดัน

ความเร็วสูงสุด (Peak Velocity) คือ ค่าความเร็วของบาร์เบลครั้งที่มากที่สุดจากการโยนในท่านอนดัน 5 ครั้ง วัดได้จากเครื่อง FT 700 ที่ใช้ในการทดสอบโดยตรง

ความเร่งสูงสุด (Peak Acceleration) คือ ค่าความเร่งของบาร์เบลครั้งที่มากที่สุดจากการโยนในท่านอนดัน 5 ครั้ง วัดได้จากเครื่อง FT 700 ที่ใช้ในการทดสอบโดยตรง

แรงสูงสุด (Peak Acceleration) คือ แรงสูงสุดที่ได้จากการคำนวณบนพื้นฐานของกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Law) จากสูตร

$$F_{peak} = m \times a_{peak}$$

F_{peak} = แรงสูงสุด (นิวตัน)

m = น้ำหนักของการโยนในท่านอนดันที่ 30% 1 RM. (kg) / 9.81 (เมตร/วินาที^{2})

a_{peak} = ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที^{2})

พลังสูงสุด (Peak Power) คือ พลังสูงสุดที่ได้จากการคำนวณจากสูตร

$$P_{peak} = F_{peak} \times V_{peak}$$

P_{peak} = พลังสูงสุด (วัตต์)

F_{peak} = แรงสูงสุด (นิวตัน)

V_{peak} = ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเรื่อง ผลฉับพลันและผลคงค้างของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานของการโยนในท่านอนดัน ผู้วิจัยจึงค้นคว้ารวบรวมเอกสาร บทความ และตำราวิชาการที่มีรายละเอียดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องนำมาสรุปได้ดังนี้

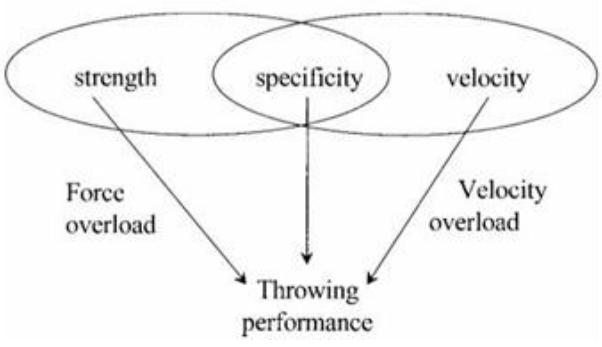
1. ความสำคัญของการฝึกในท่านอนดัน (Bench press)

การฝึกกล้ามเนื้อโดยการใช้แรงต้านจากเครื่องมือ (Weight training) เป็นการฝึกที่นิยมอย่างแพร่หลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อมกล้ามเนื้อส่วนต่างๆของร่างกายสำหรับพัฒนาความสามารถในการเล่นกีฬา รวมถึงเป็นการฝึกสำหรับคนทั่วไป นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อหลายส่วนได้แก่ กล้ามเนื้อแขน กล้ามเนื้อลำตัว และกล้ามเนื้อขา ในส่วนของการฝึกกล้ามเนื้อแขน หรือลำตัวส่วนบนนั้น หนึ่งในท่าที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือ การฝึกท่านอนดัน (Barnett et al., 1995; Egger, 1989) ซึ่งเป็นท่าฝึกเพื่อเน้นการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทรวงอกส่วนบน ส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถในการระเบิดพลังของการเคลื่อนไหวของแขน (Stone and Kroll, 1991) เพื่อเพิ่มสมรรถภาพในการเล่นกีฬา โดยเฉพาะกีฬาที่ต้องอาศัยการทำงานของแขน เช่น ว่ายน้ำ โปโลน้ำ และแฮนด์บอล

ท่านอนดัน หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกาย (Upper extremities) โดยนอนหงายบนม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก หลังแนบติดกับม้านั่ง ฝ่าเท้าวางระนาบกับพื้น แล้วดันบาร์เบลขึ้นด้านบน จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การฝึกซ้อมในท่านอนดันเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และความเร็วร่วมกับการฝึกซ้อมปกติทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการขว้าง โดย Fleck และ คณะ (Fleck et al., 1992) ให้ความเห็นว่าความแข็งแรงของร่างกายส่วนบนมีผลต่อการขว้างลูกแฮนด์บอลที่เร็วขึ้น โดยระบุว่าการฝึกแบบไอโซไคเนติก (Isokinetic) ของกล้ามเนื้อที่ทำการเหยียดศอก หุบแขน หมุนแขนเข้าด้านในลำตัว และเหยียดแขนไปด้านหลังมีอิทธิพลต่อความเร็วในการขว้างลูกแฮนด์บอล จากกลุ่ม

กล้ามเนื้อซึ่งทำท่าทางในลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการขว้างลูกบอลสามารถพัฒนาได้จากกล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกับกล้ามเนื้อที่ทำงานในท่านอนดัน นอกจากนี้ความเร็วในการขว้างลูกแฮนด์บอลยังขึ้นกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออีกด้วย ดังนั้นการฝึกในท่านอนดันจึงมีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการขว้างลูกแฮนด์บอล (Van den Tillaar, 2004) โดย Hoff และ Almåsbakk (Hoff and Almåsbakk, 1995) ศึกษาการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดโดยใช้โปรแกรมการฝึกด้วยท่านอนดันที่ความหนัก 85% 1RM. ยก 5-6 ครั้ง จำนวน 3 เซต โดยยกด้วยความเร็วที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เว้นระยะการพักระหว่างเซต 2-5 นาที เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าความเร็วในการขว้างลูกบอลเพิ่มขึ้น ทั้งในท่ายืนขว้างลูกบอล (Standing throw) และการวิ่งขว้างลูกบอล (Running throw) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hermassi และ คณะ (Hermassi et al., 2010) พบว่าการฝึกด้วยความหนักที่ระดับหนักส่งผลต่อการเพิ่มความแรง และความเร็วในการขว้างลูกแฮนด์บอลได้ดีกว่าความหนักที่ระดับปานกลาง เนื่องจากการฝึกทำให้เกิดการระดมหน่วยยนต์ประสาทเพิ่มขึ้นและเพิ่มอัตราเร็วของกระแสประสาท (Schmidtbleicher, 1987)

แม้ว่าการเล่นกีฬาแฮนด์บอลจะต้องใช้ทักษะหลายด้าน ทั้งการวิ่ง การกระโดด และการขว้างลูกบอล แต่ความสามารถในการขว้างลูกบอลนับเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการยิงประตูคือความแม่นยำและประสิทธิภาพในการขว้าง ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพในการขว้างมีองค์ประกอบดังนี้ ความแข็งแรง ความจำเพาะเจาะจงของกีฬานั้นๆ และความเร็ว ดังนั้นการเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายส่วนบนจึงเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเล่นกีฬาประเภทนี้



รูปที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการขว้าง (Van den Tillaar, 2004)

สำหรับกีฬาว่ายน้ำ การว่ายน้ำใช้กล้ามเนื้อร่วมกันหลายส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งร่างกายส่วนบน (Upper extremities) ได้แก่ กล้ามเนื้อ Pectoralis major, Serratus anterior, Anterior deltoid, Lastisimus dorsi, Biceps brachii, Supraspinatus และ Infraspinatus โดยกล้ามเนื้อ Pectoralis major และ Lastisimus dorsi จะทำงานมากในช่วงดึงแขนใต้น้ำ (Pull phase) ไปจนถึงช่วงเริ่มต้น (Recovery phase) ของท่าผีเสื้อ และท่าฟรีสไตล์ จึงส่งผลให้ลำตัวพุ่งผ่านน้ำไปด้านหน้าได้ดี (Birrer, 1986; Nuber et al., 1986; Cronin et al., 2007) กล้ามเนื้อที่ใช้ในการว่ายน้ำดังที่กล่าวมาข้างต้น มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้ในท่านอนดัน โดยงานวิจัยของ Keiner และคณะ (Keiner et al., 2015) พบว่าการฝึกในท่านอนดันเพียงท่าเดียวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการว่ายน้ำได้ โดยนอกจากจะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายส่วนบนแล้ว การเพิ่มความแข็งแรงของลำตัวและร่างกายส่วนล่าง ทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการว่ายน้ำระยะสั้นดีขึ้น

ในส่วนของกีฬาโปโลน้ำต้องใช้ทักษะการว่ายน้ำ การขว้าง และการส่งลูกบอล ซึ่งทักษะเหล่านี้อาศัยความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้ออย่างมาก โดยขณะที่ขว้างลูกบอล และชู้ดลูกบอล กล้ามเนื้อ Pectoralis major และ Anterior deltoid มีคลื่นไฟฟ้าในกล้ามเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงควรพิจารณาการฝึกการเพิ่มความแข็งแรง ความทนทาน และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ 2 มัดนี้ในนักกีฬาโปโลน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการขว้างลูกบอล และชู้ดลูกบอลให้ดียิ่งขึ้น (Yaghobi et al., 2014; Zinner et al., 2015)

2. หน้าที่และความสำคัญของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน (Antagonist)

กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะอยู่ฝั่งตรงข้ามกับกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน โดยทำงานไปพร้อมกับกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน แต่ทำงานแบบคลายตัวเพื่อให้กล้ามเนื้อหลักทำงานได้เต็มประสิทธิภาพไม่ติดขัด ทั้งยังควบคุมการเคลื่อนไหวและทำงานแบบหดตัวเพื่อชะลอการเคลื่อนไหวที่เกิดจากกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน โดยเฉพาะช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหวเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของข้อต่อ (Hamilton, 2011; Muscolino, 2014) งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะทำงานในระหว่างที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อคงความมั่นคงของข้อต่อ ในขณะที่กล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเกิดการหดตัว จึงมีความเป็นไปได้ที่การฝึกแบบปกติจะไปลดการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน ซึ่งมีผลต่อแรงที่เกิดขึ้น โดยแรงที่เกิดขึ้น (Force output) ณ จุดสุดท้ายของการเคลื่อนไหวเป็นผลรวมที่ได้จากกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานและกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน (Baratta et al., 1988;

Carola and Cafarelli, 1992) การอ่อนแรงลงของกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะส่งผลให้เกิดการจำกัดความเร็วของการเคลื่อนไหว ดังนั้นการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะนำไปสู่การเพิ่มความเร็วของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานได้ (Jarić et al., 1995; Wierzbicka and Wiegner, 1992) ยิ่งไปกว่านั้น งานวิจัยของ Baker และ Newton (Baker and Newton, 2005) ได้สนับสนุนแนวคิดนี้ว่า พลัง (Power output) ที่เพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน เกิดจากการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึง (Bench pull) โดยอธิบายว่า การฝึกในท่านอนดึงทำให้การกระตุ้นกระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาทเกิดเร็วขึ้น กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจึงเกิดการคลายตัวได้รวดเร็วตามไปด้วยในขณะที่กล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเกิดการหดตัว

ซึ่งตรงข้ามกับงานวิจัยของ Robbins และ คณะ (Robbins et al., 2010) ที่ศึกษารูปแบบการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงก่อนการฝึกกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในท่านอนดัน โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ให้ฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 4 RM. จำนวน 1 เซต สลับกับการฝึกกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 4 RM. จำนวน 1 เซต จนครบ 3 เซต และอีกกลุ่มหนึ่งให้ฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 4 RM. จำนวน 3 เซต สลับกับการฝึกกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 4 RM. จำนวน 3 เซต พบว่า พลังของการโยนในท่านอนดัน (Bench press throw) ของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยตั้งข้อสังเกตว่าการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนักมาก ส่งผลให้จังหวะการดึงช้าลง พลังของการโยนในท่านอนดันจึงไม่เพิ่มขึ้น

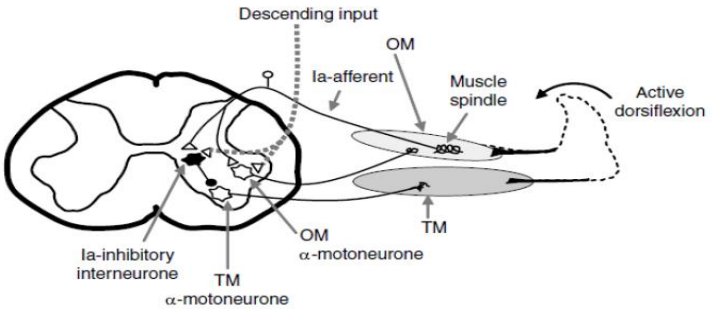
นอกจากนี้ Park และ คณะ (Park et al., 2009) ได้ศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหลังของรยางค์ส่วนบน (Posterior upper extremity) โดยทำการทดสอบความแข็งแรงแบบไอโซไคเนติกเอกเซนทริก (Isokinetic eccentric strength testing) พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหลังของรยางค์ส่วนบนมีผลต่อแรงที่มั่นคงขณะข้างในช่วงหน่วงความเร็ว (Decelerate phase) เนื่องจากในขณะที่นักกีฬาทำท่าขว้างออกไปนั้น กล้ามเนื้อด้านหลังของรยางค์ส่วนบนจะหดตัวแบบเอกเซนทริกเพื่อหน่วงความเร็วที่เกิดขึ้นขณะทำ follow-throw ดังนั้นการฝึกกล้ามเนื้อด้านหลังของรยางค์ส่วนบนจึงควรได้รับการพัฒนาเพื่อใช้เป็นโปรแกรมการฝึกสำหรับนักกีฬา Overhead sports

3. รูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานและกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน

3.1 การยับยั้งของกล้ามเนื้อตรงกันข้าม (Reciprocal inhibition)

เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานและกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานแบบประสานสัมพันธ์กัน โดยกล่าวว่า เมื่อมีการส่งสัญญาณผ่าน Motor neuron ไปยังกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานทำให้เกิดการหดตัว ในขณะเดียวกันสัญญาณนั้นจะถูกส่งไปยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วย ทำให้กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานอยู่ในสภาวะผ่อนคลาย ซึ่งการส่งสัญญาณผ่านกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานเพื่อให้เกิดการคลายตัวและปล่อยให้กลุ่มกล้ามเนื้อหลักทำงานได้อย่างเต็มที่นั้น อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า Reciprocal innervation โดยการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะไปกระตุ้นกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาท ส่งผลให้กระบวนการของระบบประสาทอัตโนมัตินี้ทำงานได้เร็วขึ้น ดังนั้นจึงทำให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพ และทรงพลัง (Baker and Newton, 2005; Hamilton, 2011; Muscolino, 2014) โดยงานวิจัยของ Baker และ Newton (Baker and Newton, 2005) แสดงให้เห็นว่า การฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงแบบเป็นจังหวะ (Ballistic movement) ทำให้พลังของการโยนในท่านอนดันเพิ่มขึ้น เนื่องจากช่วงเวลาในการผ่อนการทำงาน (Reduced the breaking period) ของกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานกระชับขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาในการหดตัวทั้งหมดอยู่ในช่วงการทำงานของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเป็นส่วนใหญ่

งานวิจัยของ Maia และ คณะ (Maia et al., 2014) เป็นอีกหนึ่งงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่างอเข่าก่อนการฝึกกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในท่าเหยียดเข่า และเว้นระยะพักสั้น ประมาณ 15 วินาที ทำให้ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อหลักเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มจำนวนครั้งของการเหยียดเข่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่เว้นระยะพัก 3 นาที และกลุ่มที่เว้นระยะพัก 5 นาที นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยวิธีดังกล่าวยังตรวจพบคลื่นไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ Rectus femoris และ Vastus medialis มากกว่ากลุ่มอื่นด้วย ซึ่งเป็นผลมาจากกลไกการเพิ่มกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาทของกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน



รูปที่ 2 แสดงการยับยั้งจากการทำงาน (Reciprocal Inhibition) (OM; Opposite muscle),(TM; Target muscle)
(อ้างอิงจาก Laporte Y. Lloyd DP., 1952)

3.2 การทำงานร่วมกันของกลุ่มกล้ามเนื้อ (Co-contraction)

เป็นรูปแบบในการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อโดยกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน และกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานเกิดการหดตัวพร้อมกัน ทำให้การเคลื่อนไหวของข้อต่อหยุดนิ่ง การฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานสามารถลดการเกิด Co-contraction ขณะทำการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหลักได้ การเคลื่อนไหวนั้นจึงมีความราบเรียบ (Jarić et al., 1995; Hamilton, 2011; Muscolino, 2014) แต่อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยบางส่วนที่แสดงความคิดเห็นในทางตรงกันข้าม โดยพบว่า หลังจากการฝึกด้วยเครื่องไอโซไคเนติกในกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่างอเข่า สลับกับกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในท่าเหยียดเข่า ส่งผลให้คลื่นไฟฟ้าของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานเพิ่มขึ้น ทำให้การเกิด Co-contraction เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อหลักจึงลดลง

3.3 การทำงานประสานสัมพันธ์ของกลุ่มกล้ามเนื้อ (Co-activation)

เป็นรูปแบบในการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อโดยกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะทำงานแบบชะลอความเร็วของการเคลื่อนไหวที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อหลัก เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวให้เป็นไปในลักษณะที่ต้องการ ดังนั้นการกระตุ้นกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะช่วยลดการบาดเจ็บจากการเคลื่อนไหว และช่วยควบคุมการทรงท่าทางได้ โดยงานวิจัยของ Maia และ คณะ (Maia et al., 2014) พบว่าการฝึกกล้ามเนื้องอเข่าสลับกับเหยียดเข่า 10 ครั้งต่อเซต เว้นระยะพักระหว่างเซต 1 นาที โดยฝึกทั้งหมด 4 เซต ทำให้ผลรวมของงาน (Total work) ของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเพิ่มขึ้น

และ Co-activation ของกล้ามเนื้องอเข่ามีค่าเพิ่มขึ้นขณะทำท่าเหยียดเข่า ซึ่ง Co-activation ที่เพิ่มขึ้นนี้ทำให้ข้อเข่ามีความมั่นคง ดังนั้น ลำดับของการฝึกยังมีความสำคัญอย่างยิ่งในการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการ Co-activation

4. วิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อขณะโยนในท่านอนดัน (Bench press throw)

4.1 วิเคราะห์การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน (Agonist)

กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวในท่าทางที่กำหนดไว้ โดยกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานจะหดตัวแบบคอนเซนทริก สามารถวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักของการโยนในท่านอนดันได้ดังนี้ (Muscolino, 2014)

รูปที่ 3 การโยนในท่านอนดัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ท่าเริ่มต้น (Starting position)</u> ผู้ฝึกนอนหงายจับบาร์เบล ข้อไหล่กาง 90 องศา ข้อศอกงอ 90 องศา

<u>ลำดับของการเคลื่อนไหว (Sequence of movement)</u>

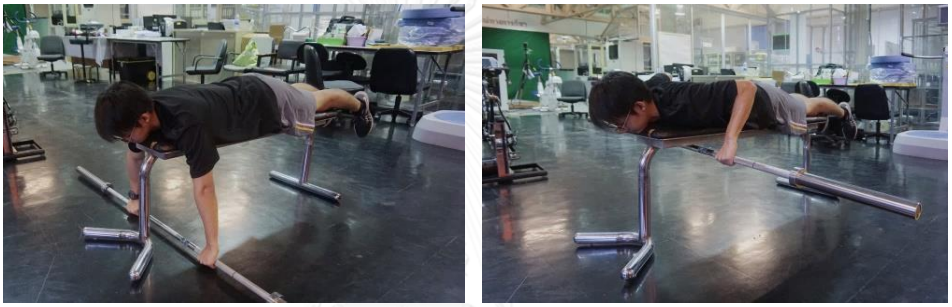
การเคลื่อนบาร์เบลขึ้น (Upward movement) โดยเริ่มการเคลื่อนไหวจากข้อศอกเหยียดตรงโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Triceps และ Anconeus ข้อไหล่งอมาทางด้านหน้า (Shoulder flexion) โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Pectoralis major และ Anterior deltoid สะบักเคลื่อนมาทางด้านหน้า (Protract) โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Serratus anterior และ Pectoralis minor กล้ามเนื้อทุกมัดที่กล่าวมาข้างต้นทำงานในลักษณะคอนเซนทริกเพื่อโยนบาร์เบลขึ้นด้านบน

การเคลื่อนบาร์เบลลง (Downward movement) ข้อศอกและข้อไหล่อยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ข้อศอกงอโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Triceps และ Anconeus ข้อไหล่เหยียดโดยการหด

ตัวของกล้ามเนื้อ Pectoralis major และ Anterior deltoid ทำงานในลักษณะเอกเซนทริกเพื่อควบคุมความเร็วในการเคลื่อนบาร์เบลลง สะบักถูกเคลื่อนเข้าหากัน (Retraction) โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Serratus anterior และ Pectoralis minor ทำงานในลักษณะเอกเซนทริก

4.2 วิเคราะห์การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน (Antagonist)

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่ฝั่งตรงข้ามกับกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน โดยกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานจะคลายตัวในขณะที่กลุ่มกล้ามเนื้อหลักทำงาน สามารถวิเคราะห์การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงได้ดังนี้ (Muscolino, 2014)



รูปที่ 4 การทำท่านอนดึง

<u>ท่าเริ่มต้น (Starting position)</u> ผู้ฝึกนอนคว่ำจับบาร์เบล ข้อไหล่งอไปด้านหน้า (Shoulder flexion) 90 องศา ข้อศอกเหยียดตรง

<u>ลำดับการเคลื่อนไหว (Sequence of movement)</u>

ข้อศอกงอโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Biceps brachii และ Brachialis ข้อไหล่เหยียดไปด้านหลังโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Teres major, Latissimus dorsi และ Posterior fibers of deltoid สะบักเคลื่อนเข้าหากัน (Retraction) โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ Trapezius, Rhomboid major และ minor โดยกล้ามเนื้อที่กล่าวมาข้างต้นทำงานในลักษณะคอนเซนทริก (Palasranga and Soames, 2011)

4.3 วิเคราะห์การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานเสริม (Synergist)

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานเสริม หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อที่ช่วยเสริมการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เรากำหนดไว้ โดยเสริมการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานและกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน เพื่อให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพสูงสุด (Muscolino, 2014) โดยกล้ามเนื้อ Coracobrachialis และ Long head of biceps brachii ทำหน้าที่ช่วยในการงอข้อไหล่มาด้านหน้า และหมุนข้อไหล่เข้าด้านใน เสริมการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน กล้ามเนื้อเหล่านี้จะหดตัวในลักษณะคอนเซนทริกขณะทำท่านอนดึง และหดตัวในลักษณะเอกเซนทริกขณะทำท่านอนดัน (Palasranga and Soames, 2011)

4.4 วิเคราะห์การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ยึดตรึงข้อต่อที่ทำการเคลื่อนไหว (Fixator)

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ยึดตรึงข้อต่อที่ทำการเคลื่อนไหว หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อที่ยึดข้อต่ออื่นๆ ขณะทำการเคลื่อนไหวข้อต่อใดข้อต่อหนึ่งในท่าทางที่ต้องการ ทำให้กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานและกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานทำงานได้ดี เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Muscolino, 2014) โดยการโยนในท่านอนดัน และการทำท่านอนดึงนั้น กล้ามเนื้อลำตัวเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ยึดข้อต่อบริเวณลำตัวไว้เพื่อให้ลำตัวอยู่นิ่ง ในขณะที่แขนและทรวงอกทำการเคลื่อนไหว (Marshall and Murphy, 2006)

5. การใช้แรงต้านเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ

จากโปรแกรมการฝึกทั่วไปด้วยแรงต้าน (General weight training) เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อรยางค์ส่วนบนของร่างกาย (Upper extremity) ท่าที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายคือท่านอนดัน (Egger, 1989; Barnett et al., 1995) การฝึกกล้ามเนื้อในท่านอนดันสามารถพัฒนาไปสู่การฝึกแบบระเบิดพลังของร่างกายส่วนบนได้ (Stone and Kroll, 1991) ซึ่งการฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อนั้นประกอบด้วยหลายปัจจัย ได้แก่ ความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนเซต และความเร็วของการเคลื่อนไหว โดยการฝึกกล้ามเนื้อนั้นต้องคำนึงถึงกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว และลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับกีฬาแต่ละประเภทด้วย

5.1 ความหนักของการฝึกซ้อม (Intensity of training)

ในการฝึกซ้อมความแข็งแรง ความหนัก (Intensity) แสดงถึงเปอร์เซนต์ของความหนักสูงสุดที่ยกได้หนึ่งครั้ง (1RM.) โดยความหนักเป็นตัวกำหนดความแรงในการกระตุ้นระบบประสาทของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกซ้อม ซึ่งตัวกระตุ้นที่ทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นได้แก่ น้ำหนัก ความเร็วในการปฏิบัติ ความหลากหลายของช่วงการพักระหว่างครั้ง ความหลากหลายของช่วงการพักระหว่างเซต และจากสภาพจิตวิทยา ดังนั้นความหนักจึงขึ้นกับแรงพยายามของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องและการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง ความหนักของการฝึกซ้อมสามารถแบ่งได้ดังนี้ (สนยา สีละมาด, 2555)

- ความหนักสูงสุดกว่าสูงสุด (Supramaximal) คือ ความหนักที่มากกว่าความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง โดยความหนักจะอยู่ในช่วง 100-125% ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง จากการหดตัวของกล้ามเนื้อในลักษณะเอกเซนทริก การฝึกซ้อมรูปแบบนี้ใช้เฉพาะในนักกีฬาที่มีพื้นฐานการฝึกซ้อมความแข็งแรงมาเป็นอย่างดี ส่วนนักกีฬาที่ไม่มีพื้นฐานการฝึกซ้อมควรจำกัดความหนักเพียง 100% ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง
- ความหนักสูงสุด (Maximum) คือ ความหนักในช่วง 90-100% ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง
- ความหนัก (Heavy) คือ ความหนักในช่วง 80-90% ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง
- ความหนักปานกลาง (Medium) คือ ความหนักในช่วง 50-80% ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง
- ความหนักต่ำ (Low) คือ ความหนักในช่วง 30-50% ของความหนักสูงสุดที่ยกได้ 1 ครั้ง

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวกับความหนักของการฝึกท่านอนดัน (Bench press)</u>

Clark และ คณะ (Clark et al., 2008) พบว่าการโยนในท่านอนดัน (Bench press throw) ที่ระดับความหนัก 80% 1RM. ทำให้แรงสูงสุด (Peak force) เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับที่ระดับความหนัก 55% 1RM. และแรงสูงสุดของการโยนในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีค่ามากกว่าในท่านอนดันแบบปกติ เนื่องจากการโยนในท่านอนดันมีความเร่งมากกว่า

West และ คณะ (West et al., 2013) ทำการทดสอบการโยนในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% 1RM. เปรียบเทียบกับที่ระดับความหนัก 87% 1RM. 3 ครั้ง เป็นจำนวน 3 เซต จากนั้นพัก 8 นาทีจึงทำการทดสอบการโยนในท่านอนดัน พบว่าพลังของทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นจากค่าพื้นฐาน (Baseline) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Pearson และ คณะ (Pearson et al., 2009) พบว่าพลังสูงสุดของท่านอนดันอยู่ที่ระดับความหนักประมาณ 50% 1RM. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Cronin et al., 2007; Cronin et al., 2001; M. Izquierdo et al., 1999; Mikel Izquierdo, 2002) ที่รายงานว่าพลังสูงสุดของท่านอนดันอยู่ที่ระดับความหนักประมาณ 30-60% 1RM. ขณะกล้ามเนื้อหดตัวในลักษณะคอนเซนทริก

Liossis และ คณะ (Liossis et al., 2013) พบว่าการฝึกเชิงซ้อนโดยการทำท่านอนดันที่ระดับความหนัก 65% 1RM. ร่วมกับการโยนในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% 1RM. ทำให้พลังมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ความหนักมากกว่า

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ความหนักที่เหมาะสมในการฝึกเพื่อพัฒนาพลังและแรงอันส่งผลต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของกล้ามเนื้ออยู่ที่ระดับความหนักต่ำถึงปานกลาง เนื่องจากอัตราเร่งเพิ่มขึ้นทำให้พลังและแรงเพิ่มตามไปด้วย

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวกับความหนักของการฝึกท่านอนดึง (Bench pull)</u>

Sánchez-Medina และ คณะ (Sánchez-Medina et al., 2014) พบว่าการทำท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 40% 1RM. ให้ค่าพลังสูงสุด (Peak power output) มากกว่าที่ระดับความหนักอื่นโดยดึงอย่างเร็วและแรงที่สุดเท่าที่จะทำได้

Pearson และ คณะ (Pearson et al., 2009) พบว่าการทำท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 80% 1RM. ให้พลังในการดึงมากที่สุด แต่มีข้อสังเกตว่าพลังในการดึงที่มากที่สุดนั้น อาจเป็นผลเนื่องจากผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นนักกีฬาเรือพาย ซึ่งกลุ่มกล้ามเนื้อที่ถูกฝึกซ้อมเป็นประจำนั้นคล้ายคลึงกับท่านอนดึง

5.2 จำนวนเซต (Number of Set)

เซต คือ จำนวนครั้งของการฝึกที่ตามด้วยช่วงเวลาการพัก และจำนวนเซตจะมีความสัมพันธ์กัน ในทางกลับกันระหว่างความต้องการการฝึกซ้อม (ความหนักและจำนวนครั้ง) กับจำนวนของการฝึก ถ้าจำนวนการฝึกเพิ่มขึ้นจำนวนเซตจะลดลง นอกจากนั้นจำนวนเซตยังขึ้นอยู่กับความสามารถของนักกีฬาและศักยภาพของการฝึกซ้อม จำนวนของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้องการฝึกซ้อม (ใช้จำนวนเซตสูงเมื่อกลุ่มกล้ามเนื้อต้องการฝึกซ้อมมีน้อย) จำนวนของการฝึกซ้อมแต่ละครั้งและระยะของการฝึกซ้อม ดังนั้นเมื่อต้องการพัฒนาความแข็งแรง จำนวนเซตอาจจะผันแปรอยู่ระหว่าง 3-8 เซต ขึ้นอยู่กับสภาพการฝึกซ้อมของนักกีฬา อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกซ้อมความแข็งแรง (Strength Training) ด้วยความพยายามสูงสุด ระหว่างการฝึกซ้อมที่มีปริมาณ (Volume) การฝึกซ้อมต่ำ (1 เซต) และการฝึกซ้อมที่มีปริมาณ (Volume) การฝึกซ้อมสูง (3 เซต) จะมีผลในการเพิ่มความแข็งแรง (Strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) และขนาดของกล้ามเนื้อ (Muscle Thickness) และยังก่อให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยกว่าและเหลือเวลาปฏิบัติกิจกรรมอื่นๆ มากกว่า (Hass et al., 1988; Pollock et al., 1988; Slarkey et al., 1994, Starkey et al., 1996)

5.3 จำนวนครั้งต่อเซต (Repetitions per set)

จำนวนครั้งของการปฏิบัติจะมีความสัมพันธ์กับความหนักของการฝึก การเลือกจำนวนครั้งหรือความหนักจะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการฝึกซ้อม โดยการกำหนดจำนวนครั้งในการฝึกซ้อมจะให้ผลที่แตกต่างกัน ซึ่งการใช้จำนวนครั้งน้อย (2-6) จะสามารถเพิ่มทั้งความแข็งแรงและอัตราเร็วของการใช้แรง ขณะที่การใช้จำนวนครั้งมากกว่า (10-15) จะเพิ่มความแข็งแรงได้เพียงอย่างเดียว (Butchar and Becque, 1996) มากกว่านั้นจากการศึกษาของ Baker และ Newton (Baker and Newton, 2005) พบว่าการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน 8 ครั้ง/เซต จำนวน 1 เซต ที่ระดับความหนัก 50% 1RM. ทำให้พลังของการโยนในท่านอนดันเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4 ช่วงการพักระหว่างเซต (Rest intervals between sets)

ระยะเวลาการพักจะขึ้นอยู่กับชนิดของความแข็งแรงที่ฝึกซ้อม สภาพการฝึกซ้อมของนักกีฬา จังหวะและจำนวนครั้งของการปฏิบัติ จำนวนของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง และระยะเวลาการพักระหว่างการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง ช่วงเวลาการพักที่ไม่เพียงพอจะเป็นสาเหตุทำให้มีการเพิ่มขึ้นของการสำรองพลังงานจากระบบแล็กเทต เนื่องจากระดับของเอ.ที.พี. และพี.ซี. ที่เก็บสะสมไว้ในกล้ามเนื้อจะถูกสร้างขึ้นกลับคืนขณะพักระหว่างเซต (สนธยา สีละมาด, 2555) โดยเอ.ที.พี และ พี.ซี. ที่ถูกใช้ไปกับการออกกำลังกายนั้น จะถูกสร้างขึ้นใหม่อย่างรวดเร็วภายใน 2-3 นาทีเท่านั้น และจะครบ 100% ในเวลา 3-5 นาที (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กัลยา ปาละวิวัฒน์, 1993) และถ้าความหนักของการฝึกมากขึ้นช่วงเวลาในการพักจะต้องมากขึ้นตามไปด้วย โดย Kilduff และ คณะ (Kilduff et al., 2008) พบว่า หลังจากให้นักกีฬาฝึกท่าสคอวช์ (squat) 3 RM. (87% 1RM.) จำนวน 3 เซต จากนั้นวัดพลังทุกๆ 4 นาที พบว่า หลังการพัก 8 นาที จึงทำการทดสอบ ให้ค่าพลังมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาการพักอื่นคือ 4, 12, 16 และ 20 นาที นอกจากนี้ Bevan และ คณะ (Bevan et al., 2009) ได้ศึกษาช่วงเวลาการพักที่เหมาะสมต่อการฝึกท่านอนดัน พบว่าการให้ฝึกท่านอนดัน 3 RM. จำนวน 3 เซต จากนั้นนักกีฬาจะได้รับการทดสอบการโยนในท่านอนดัน ทุกๆ 4 นาที พบว่า การพักที่ 8 นาที แล้วตามด้วยการทดสอบการโยนในท่านอนดัน ที่ระดับความหนัก 40% 1 RM. ให้ค่าพลังมากกว่าช่วงเวลาการพักอื่นคือ 4, 12, 16, 20 และ 24 นาที สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Kilduff et al., 2007) ที่พบว่าการทดสอบพลังของการโยนในท่านอนดันในนาทีที่ 8 และ12 ให้ค่าพลังมากกว่านาทีที่ 4, 16 และ 20 หลังจากฝึกท่านอนดัน 3 RM. จำนวน 3 เซต ดังนั้นสรุปได้ว่าระยะการฟื้นตัวนั้นขึ้นอยู่กับความหนักของการฝึกหากความหนักของการฝึกมาก กล้ามเนื้อยิ่งต้องการระยะการฟื้นตัวมากขึ้นด้วย เนื่องจากกล้ามเนื้อต้องใช้เวลาในการสะสม เอ.ที.พี และ พี.ซี. และลดการล้าที่เกิดจากการตื่นตัวของระบบประสาทสำหรับการฝึกในเซตต่อไปเพื่อคงประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อเอาไว้

5.5 อัตราเร็วของการหดตัว (Contraction Velocity)

การฝึกซ้อมที่มีความเร็วต่ำ (Slow Training) จะมีผลดีเมื่อชนิดกีฬามีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วต่ำ (Slow Moving) และการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ ขณะที่การฝึกซ้อมที่มีความเร็วสูง (Fast Training) จะมีผลดีเมื่อชนิดกีฬามีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูง (Fast moving) และการพัฒนาของระบบประสาท การฝึกซ้อมที่มีอัตราความเร็วสูง (Fast Velocity) จะเพิ่มปริมาณและคุณภาพของการฝึกซ้อมได้ดีกว่าการฝึกซ้อมที่มีความเร็วต่ำ (Slow Velocity) การออกแรงต้านจะต้องทำอย่างรวดเร็วเท่าที่จะทำได้ เพราะมีเพียงการปฏิบัติอย่างรวดเร็วเท่านั้นที่นักกีฬาจะสามารถประสานสัมพันธ์ (Synchronize) และระดมหน่วยยนต์ (recruitment) ที่จำเป็นสำหรับการเอาชนะแรงต้านทานได้ทั้งหมดและที่สำคัญเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจะมีการถูกระดมมาใช้ในการทำงานเพียงเมื่อมีการออกแรงทำงานอย่างรวดเร็วและเต็มที่เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม การฝึกซ้อมที่มีอัตราความเร็วต่ำจะพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิด (สนธยา สีละมาด, 2555)

Buitrago และ คณะ (Buitrago et al., 2013) พบว่าการฝึกในท่านอนดันโดยใช้ระดับความหนักต่ำประมาณ 30% ถึง 60% 1RM. และยกด้วยความเร็วที่มากที่สุด ทำให้พลังและงานมีค่ามากกว่าการยกในรูปแบบอื่น

Sreckovic และ คณะ (Sreckovic et al., 2015) เปรียบเทียบรูปแบบการฝึกท่านอนดัน พบว่า รูปแบบที่ใช้ระดับความหนัก 55% 1RM. และยกด้วยความเร็วที่มากที่สุดทำให้พลัง (power output) และ งาน (work) มีค่ามากกว่าการยกรูปแบบอื่น และการใช้แรงต้านในระดับหนักนั้นจะส่งผลให้แรงในการทำท่านอนดันเพิ่มขึ้น แต่ความเร็วกลับลดลงจึงส่งผลต่อการเพิ่มพลังของท่านอนดัน นอกจากนี้ การกำหนดจังหวะการยกโดยกำหนดระยะเวลาในการทำท่านอนดันที่ระดับความหนัก 80% 1RM. ในการทำเอกเซนทริก 1 วินาที และคอนเซนทริกเฉลี่ยที่ 1.5 ± 0.3 วินาที มีผลทำให้พลังของการทำท่านอนดันและจำนวนครั้งของการยกเพิ่มขึ้น เป็นไปได้ว่าช่วงเวลาในการทำเอกเซนทริกที่น้อยกว่าการทำคอนเซนทริกเพียงเล็กน้อยสามารถกระตุ้นกระบวนการ Stretch shortening cycle ได้ดีกว่าการกำหนดจังหวะการยกแบบอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6. การพัฒนาพลังของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

6.1 การระดมหน่วยยนต์ประสาท (Motor unit recruitment)

แรงที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและชนิดของหน่วยยนต์ประสาทของกล้ามเนื้อที่ถูกระดม โดยการระดมหน่วยยนต์ประสาทเป็นไปตามหลักของขนาด (Size principle) โดย α motorneurons ขนาดเล็ก (Type I fiber) จะถูกระดมก่อน ส่วน α motorneurons ขนาดใหญ่ (Type IIa และ IIb) จะถูกระดมก็ต่อเมื่อได้รับการกระตุ้นที่มากพอ เนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมีระดับ Threshold สูงกว่า จากงานวิจัยพบว่าการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วต้องใช้ความแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มาก ซึ่งสอดคล้องกับความหนักของการฝึกที่มากขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยบางส่วนที่กล่าวว่าการฝึกการเคลื่อนไหวแบบเป็นจังหวะ (Ballistic movement) ที่ความหนักน้อย สามารถกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้เช่นกัน ดังนั้นโปรแกรมการฝึกสำหรับการพัฒนาพลังควรออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นฐานของกีฬาประเภทนั้นๆ ด้วย (Cormie et al., 2011)

6.2 ความถี่ของการเร้ากระแสประสาท (Firing frequency)

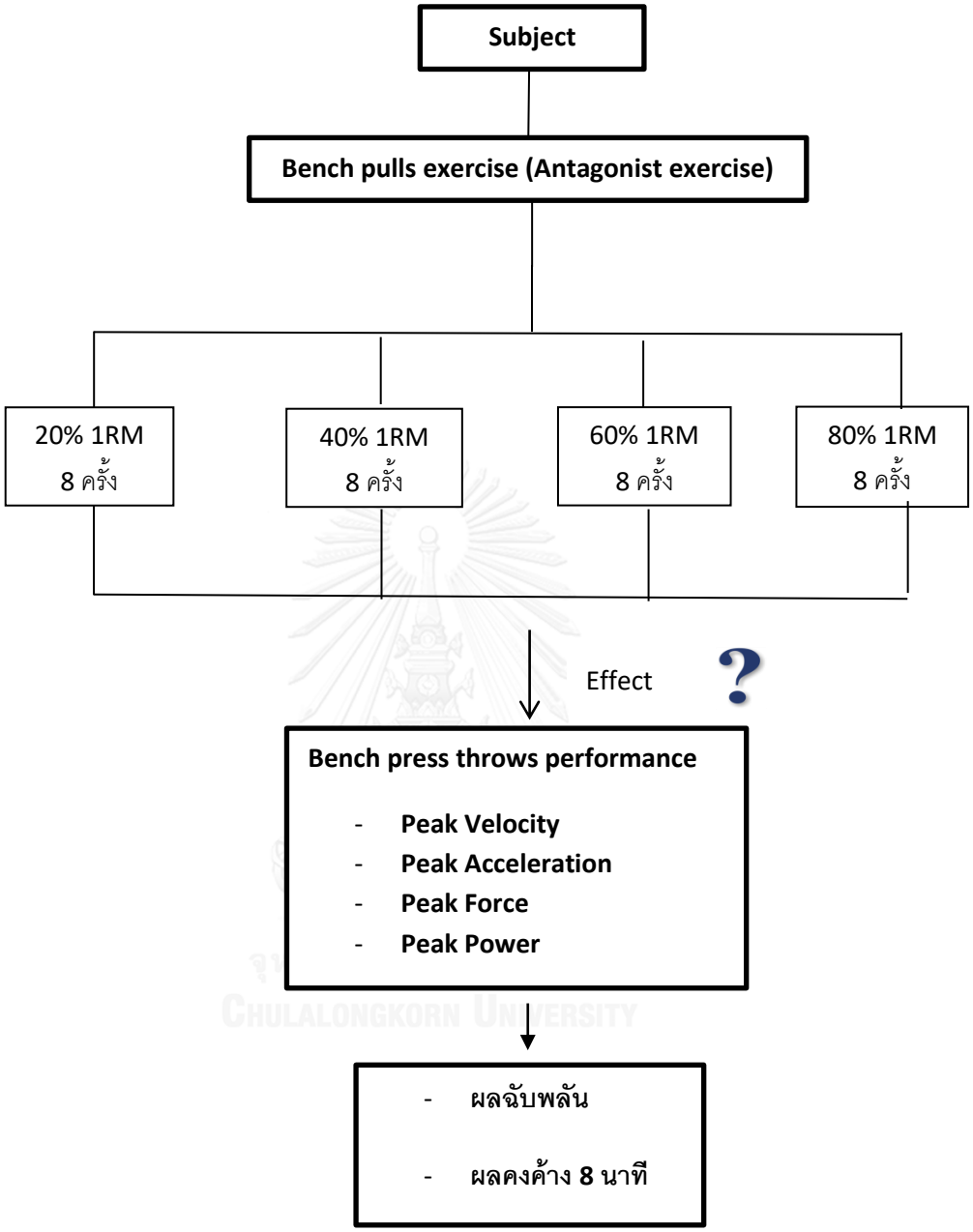
ความถี่ของการเร้าหน่วยยนต์ประสาทแสดงถึงอัตราการส่งผ่านกระแสประสาทไปยังเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยความถี่ของการเร้าหน่วยยนต์ประสาทมีผลต่อความสามารถในการออกแรงของเส้นใยกล้ามเนื้อตามกลไกดังนี้ 1) ความถี่ของการเร้าหน่วยยนต์ประสาทที่เพิ่มขึ้น ทำให้ Magnitude ของการออกแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น โดยประเมินจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ 2) ความถี่ของการเร้าหน่วยยนต์ประสาทส่งผลต่ออัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวแบบเป็นจังหวะ (Ballistic contraction) ทำให้ความถี่ของการเร้าหน่วยยนต์ประสาทเกิดมากและตามด้วยการลดลงอย่างรวดเร็ว การจับกันระหว่างแอคติน (Actin) และไมโอซิน (Myosin) ถูกปลดออกได้เร็วขึ้น อัตราการพัฒนาแรงจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นความถี่ของการเร้าหน่วยยนต์ประสาทจึงมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มพลังในกล้ามเนื้อผ่านกลไกทั้ง 2 ข้อ ดังที่กล่าวไว้ด้านบน (Cormie et al., 2011)

6.3 การระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อหลายหน่วย (Motor unit synchronization)

การระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อพร้อมกันตั้งแต่ 2 หน่วย หรือมากกว่า 2 หน่วยขึ้นไปในเวลาเดียวกัน หากการกระตุ้นนั้นเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อหลายมัดพร้อมกัน จะยิ่งทำให้อัตราการพัฒนาแรง และพลังในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทฤษฎีการระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อหลายหน่วยจึงมักถูกกล่าวถึงเมื่อต้องการอธิบายการเพิ่มแรงและอัตราการพัฒนาแรง โดยการระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อหลายหน่วยจะทำให้อัตราการพัฒนาแรงเพิ่มขึ้น เมื่อการระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อเกิดจากการเคลื่อนไหวของข้อต่อหลายข้อต่อผ่านทางกล้ามเนื้อหลายมัดในเวลาเดียวกัน ดังนั้นการเคลื่อนไหวเพียงข้อต่อเดียวจะไม่ทำให้อัตราการพัฒนาแรงเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าจะเกิดการระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อหลายหน่วยก็ตาม นอกจากนี้หากกล้ามเนื้อได้รับการฝึกฝนเป็นประจำจะยิ่งทำให้การระดมหน่วยยนต์ประสาทกล้ามเนื้อหลายหน่วยเกิดได้มากขึ้น ดังนั้นอัตราการพัฒนาแรงของผู้ที่ได้รับการฝึกฝนจึงมากกว่าผู้ที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝน (Cormie et al., 2011)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิด



รูปที่ 5 กรอบแนวคิด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) โดยทำการศึกษาผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายหรืออบอุ่นร่างกาย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวนกลุ่มตัวอย่าง คำนวณจากโปรแกรม G*power โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ de Freitas Maia และคณะ (de Freitas Maia et al., 2015) ได้กำหนด α = 0.05, β = 0.2 และค่า Effect size = 0.92 ผลการคำนวณได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 9 คน โดยสำรองความไม่ครบถ้วนของข้อมูล และกำหนดโอกาสการไม่ครบถ้วนของข้อมูลเป็น 30% จึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวน 12 คน แต่เนื่องจาก Drop out 1 คน จึงเหลือกลุ่มตัวอย่าง 11 คน

ขั้นตอนการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

<u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย</u>

1. นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี
2. ไม่มีประวัติได้รับการบาดเจ็บของข้อไหล่และ/หรือข้อศอกระดับที่ต้องพบแพทย์ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา โดยเคลื่อนไหวข้อไหล่และข้อศอกได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
3. ไม่เคยมีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงของข้อไหล่และ/หรือข้อศอกจนกระทั่งต้องได้รับการผ่าตัด
4. มีค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของท่านอนดัน (Relative strength) 0.97-1.16 ตามเกณฑ์อายุของเพศชาย (McArdle et al., 2010)

5. ไม่อยู่ในช่วงเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเพื่อแข่งขันกีฬาประเภทใดๆ หรือต้องไม่อยู่ในช่วงการเข้าร่วมโครงการวิจัยอื่น
6. รับทราบ และ ลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย อย่างเต็มใจ

<u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยออกจากการวิจัย</u>

1. บอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัย
2. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถร่วมการวิจัยได้ เช่น มีอาการป่วย เกิดอุบัติเหตุ หรือ ผู้เข้าร่วมการวิจัยเกิดการบาดเจ็บก่อนการทดสอบ เป็นต้น
3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องมาทดสอบครบทั้ง 5 ครั้ง โดยถ้ามาไม่ครบทั้ง 5 ครั้ง จะถือว่าผลการทดสอบนั้นไม่นำมาใช้ และผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัยใหม่ ตามเกณฑ์การคัดเข้าที่ระบุไว้ข้างต้น

การสังเกตและการวัด

<u>ตัวแปรในการวิจัย</u>

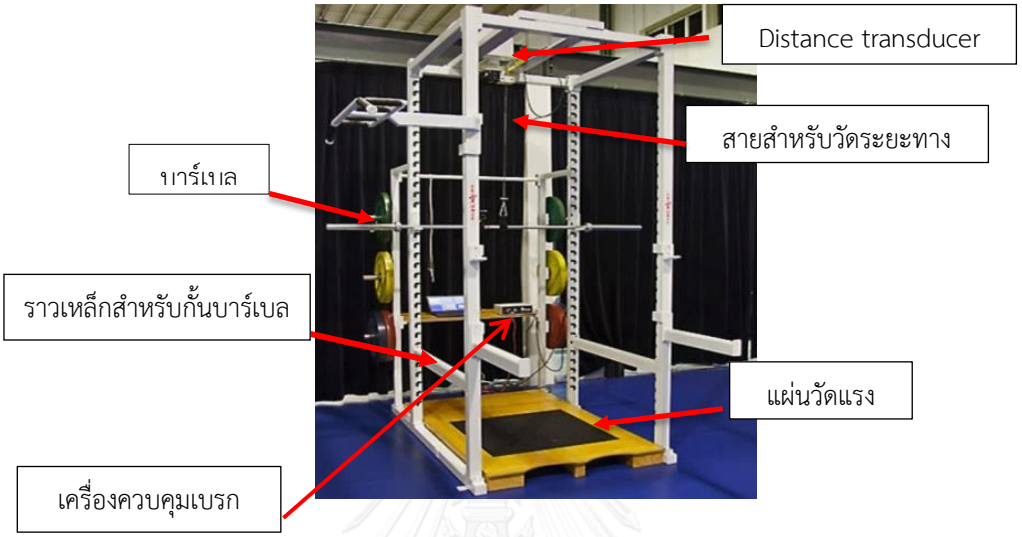
- ข้อมูลพื้นฐาน
  - อายุ
  - น้ำหนัก
  - ส่วนสูง
  - ดัชนีมวลกาย
  - ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของท่านอนดัน (Relative strength)
- ตัวแปรตามที่จะศึกษาทั้งก่อนและหลังการทดสอบ ด้วยการโยนในท่านอนดัน
  - ความเร็วสูงสุดของบาร์เบล
  - ความเร่งสูงสุดของบาร์เบล
  - แรงสูงสุด
  - พลังสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลขณะทดสอบการโยนในท่านอนดัน</u>

1. เครื่อง FT 700 ผลิตที่ประเทศออสเตรเลีย



รูปที่ 6 เครื่อง FT 700

เครื่อง FT 700 เป็นเครื่องมือที่ใช้วัด ความเร็ว ความเร่ง แรง ระยะทาง และพลัง โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1.1 เครื่องแปลผลจากระยะทางการเคลื่อนที่ของบาร์เบล (Distance transducer) ผ่านสายสำหรับวัดระยะทาง

1.2 ราวเหล็กสำหรับกั้นบาร์เบล

1.3 บาร์เบล (ยี่ห้อ Eliko) น้ำหนัก 15 กิโลกรัม

1.4 แผ่นวัดแรง (Force plate) โดยในการวิจัยนี้ไม่ใช้แผ่นวัดแรง และถอดออกเพื่อนำม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนักมาวางแทน

1.5 สายเบรก โดยสั่งงานผ่านเครื่องควบคุมเบรก เพื่อควบคุมให้บาร์เบลเคลื่อนลงมาช้า

1.6 โปรแกรมสำหรับวัดการเคลื่อนไหวในแนวดิ่ง (Ballistic movement system) เนื่องจากการวิจัยนี้ไม่ใช้แผ่นวัดแรง ดังนั้นค่าที่ได้จากเครื่องนี้โดยตรง ได้แก่ ความเร็ว และความเร่ง

โดยการวิจัยนี้ใช้ค่าความเร่งสูงสุด (Peak acceleration) และ ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) มาคำนวณแรงสูงสุด และพลังสูงสุด ตามลำดับดังนี้ จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Law) แรงเท่ากับมวล (Mass) คูณด้วยความเร่ง (Acceleration)

$$F_{peak} = m \times a_{peak}$$

F_{peak} = แรงสูงสุด (นิวตัน)

m = น้ำหนักของการโยนในท่านอนดันที่ 30% 1 RM. (kg) / 9.81 (เมตร/วินาที^{2})

a_{peak} = ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที^{2})

พลังสูงสุด (Peak power) เท่ากับแรงสูงสุด คูณด้วยความเร็วสูงสุด คำนวณดังสูตรต่อไปนี้

$$P_{peak} = F_{peak} \times V_{peak}$$

P_{peak} = พลังสูงสุด (วัตต์)

F_{peak} = แรงสูงสุด (นิวตัน)

V_{peak} = ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)

2. Goniometer สำหรับวัดมุมข้อไหล่และข้อศอก โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยจับบาร์เบลให้ความกว้างของมือทั้งสองข้างเท่ากับข้อไหล่กาง 90 องศา และข้อศอกงอ 90 องศา
3. ม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก ในการวิจัยนี้ใช้ม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก 2 ตัว โดยวางในเครื่อง FT 700 สำหรับทดสอบการโยนในท่านอนดัน 1 ตัว และ สำหรับการฝึกท่านอนดึง 1 ตัว นอกจากนี้ยังใช้ม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก 2 ตัวนี้ในการทดสอบ 1RM. ของท่านอนดัน และท่านอนดึงด้วย
4. บาร์เบล (ยี่ห้อ Eliko) น้ำหนัก 20 กิโลกรัม สำหรับการฝึกท่านอนดึง และทดสอบ 1RM.
5. แผ่นน้ำหนัก (ยี่ห้อ EliKo) สำหรับการทดสอบ และการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการทดลอง

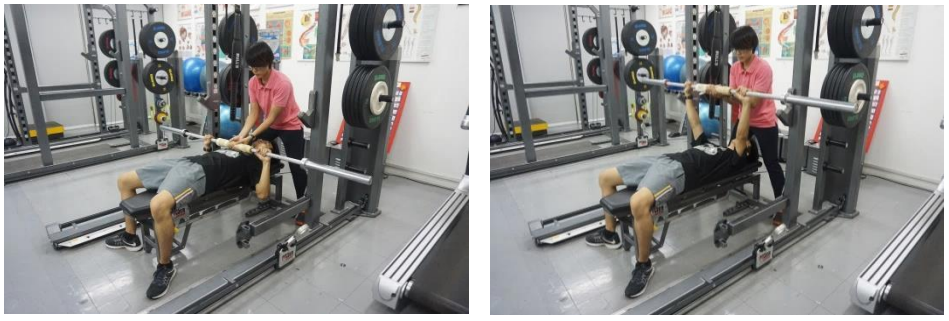
1. ผู้เข้าร่วมการวิจัยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้ายินดีเข้าร่วมการวิจัย และ ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และกรอกข้อมูลพื้นฐานเพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้น (ในเอกสารแบบบันทึกข้อมูล)
2. อธิบายวัตถุประสงค์ วิธีปฏิบัติ และการเก็บข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนทราบ
3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการทดสอบ 1RM. (McArdle et al., 2010) ก่อนการทดสอบ ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องทำการอบอุ่นร่างกาย (Naperalsky and Anderson, 2012) และทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือก่อน

<u>วิธีการทดสอบ 1RM. (McArdle et al., 2010) ของท่านอนดัน</u>

การทดสอบ: ผู้เข้าร่วมการวิจัยยกน้ำหนักในท่านอนดันแบบใช้บาร์เบล 1 ครั้ง แล้วพัก 3 นาที จากนั้นเพิ่มน้ำหนักครั้งละ 5-10 ปอนด์ ทำแบบนี้จนกระทั่งได้น้ำหนักที่สามารถยกได้ครั้งเดียว

ท่าเริ่มต้น: ผู้เข้าร่วมการวิจัยนอนหงายบนม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก ฝ่าเท้าวางระนาบกับพื้น จับบาร์เบลแล้วค่อยๆ ลดบาร์เบลต่ำลง จนกระทั่งบาร์เบลแตะกับหน้าอก

ช่วงเคลื่อนบาร์เบลขึ้น: ดันบาร์เบลขึ้นจนกระทั่งข้อศอกเหยียดตรง โดยหลังส่วนล่างต้องแนบชิดกับม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยวางบาร์เบลไว้ที่แท่นดังเดิม



รูปที่ 7 การทดสอบ 1RM. ของท่านอนดัน

วิธีการทดสอบ 1RM. (McArdle et al., 2010) ของท่านอนดึง

การทดสอบ: ผู้เข้าร่วมการวิจัยยกน้ำหนัก 1 ครั้ง แล้วพัก 3 นาที จากนั้นเพิ่มน้ำหนัก 5-10 ปอนด์ ทำแบบนี้จนกระทั่งได้น้ำหนักที่สามารถยกได้เพียงครั้งเดียว

ท่าเริ่มต้น: ผู้เข้าร่วมการวิจัยนอนคว่ำบนม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก แขนเหยียดลงด้านล่าง ข้อไหล่งอมาทางด้านหน้า 90 องศา ข้อศอกเหยียดตรง

ช่วงเคลื่อนบาร์เบลขึ้น: ดึงบาร์เบลขึ้นจนแตะกับใต้ม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก จากนั้นลดบาร์เบลลง (Baker and Newton, 2005; Robbins et al., 2010)

รูปที่ 8 การทดสอบ 1RM. ของท่านอนดึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการจับสลาก เพื่อสุ่มลำดับความหนักของการฝึกท่านอนดึง

5. ทำ Pre-test ของการโยนในท่านอนดัน (Bench press throw) ความหนัก 30% 1RM. ของท่านอนดัน (Bevan et al., 2010) จำนวน 5 ครั้ง (Baker and Newton, 2005)

วิธีการทดสอบการโยนของท่านอนดัน (Bench press throw)

ท่าเริ่มต้น: ผู้เข้าร่วมการวิจัยนอนหงาย หลังแนบติดกับม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก ฝ่าเท้าวางระนาบกับพื้น จับบาร์เบลแล้วค่อยๆ ลดบาร์เบลต่ำลง ขณะที่ลดบาร์เบลต่ำลงต้องคงมุมข้อไหล่ให้กาง 90 องศา จนกระทั่งบาร์เบลแตะกับหน้าอก

ช่วงเคลื่อนบาร์เบลขึ้น: โยนบาร์เบลขึ้นด้านบนจนบาร์เบลหลุดออกจากมือ ข้อศอกเหยียดตรง และหลังต้องแนบติดกับม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยรับบาร์เบลแล้วลดบาร์เบลลงสู่ท่าเริ่มต้น ทำเช่นนี้จนครบ 5 ครั้ง (Baker and Newton, 2005) โดยใช้ระดับความหนัก 30% 1RM. ของท่านอนดัน (Bench press) (Bevan et al., 2010)

รูปที่ 9 การทดสอบการโยนในท่านอนดันที่ 30% 1RM. ของท่านอนดัน

6. จากนั้นฝึกท่านอนดึงตามลำดับการสุ่ม

หมายเหตุ โปรแกรมการฝึกได้ผ่านการตรวจโดยผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว โดยมีคะแนน IOC = 0.94

แบ่งความหนักของการฝึกท่านอนดึงเป็น 4 เงื่อนไข (ระดับความหนัก) ดังนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u>

ฝึกท่านอนดึงระดับความหนัก 20% 1RM. ของท่านอนดึง 8 ครั้ง โดยยกให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

<u>กลุ่มที่ 2</u>

ฝึกท่านอนดึงระดับความหนัก 40% 1RM. ของท่านอนดึง 8 ครั้ง โดยยกให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

Chulalongkorn University

กลุ่มที่ 3

ฝึกท่านอนดึงระดับความหนัก 60% 1RM. ของท่านอนดึง 8 ครั้ง โดยยกให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

กลุ่มที่ 4

ฝึกท่านอนดึงระดับความหนัก 80% 1RM. ของท่านอนดึง 8 ครั้ง โดยยกให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

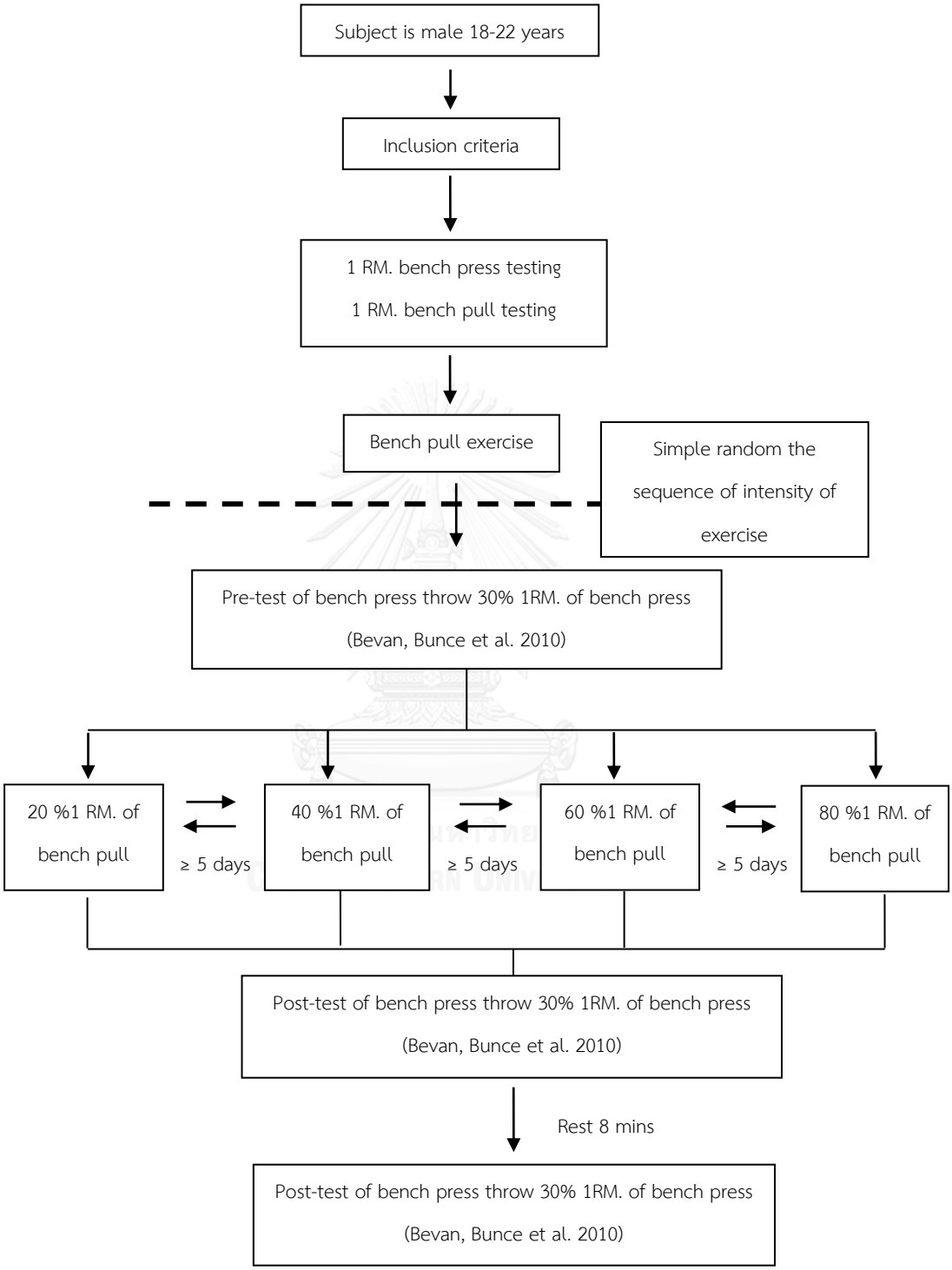
7. ทำ Post-test ของการโยนในท่านอนดัน (Bench press throw) ทันที ความหนัก 30% 1RM. ของท่านอนดัน จำนวน 5 ครั้ง

8. ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยพัก 8 นาที จากนั้นทำ Post-test อีกครั้ง

หมายเหตุ ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการทดสอบและการฝึกทั้งหมด 5 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที แต่ละครั้งเว้นระยะห่างอย่างน้อย 5 วัน ทำการทดสอบและการฝึก ณ ห้องปฏิบัติการที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยก่อนการทดสอบและการฝึก ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยงดรับประทานอาหารอย่างน้อย 1 ชั่วโมง และขณะรอรับการทดสอบและการฝึกที่ห้องปฏิบัติการสามารถดื่มน้ำเปล่า หรือเกลือแร่เพื่อแก้กระหายในปริมาณที่ไม่มากเกินไปได้เท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 10 แสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 22 เพื่อหาค่าสถิติดังนี้
2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Kolmogorov Smirnov พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบโค้งปกติ
3. วิเคราะห์ข้อมูลสถิติ Two way Anova with repeated measures พบว่าความหนัก 4 ระดับมีผลต่อการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง
4. เปรียบเทียบความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน 4 ระดับโดยใช้ One way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความหนักของแต่ละตัวแปรด้วยวิธีของตูกี (Tukey) กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq .05$
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบแต่ละครั้งโดยใช้ One way ANOVA with repeated measures โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ด้วยวิธีของบอนเฟอร์โรนี (Bonferroni) กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq .05$

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำแรงต้านที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองมาปรับใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน
2. เป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอน นักกีฬา และผู้ที่สนใจทั่วไป นำไปใช้ในโปรแกรมออกกำลังกายและอบอุ่นร่างกาย ร่วมถึงนำหลักการนี้ไปใช้กับกล้ามเนื้อส่วนอื่นของร่างกาย

Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลของผลฉับพลันและผลคงค้างของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานหลังสิ้นสุดการทดลองของกลุ่มตัวอย่างได้นำมาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ และนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง แบ่งการนำเสนอดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ Two way ANOVA with repeated measures

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน 4 ระดับความหนัก

3.1 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. ก่อนการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey

3.2 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. หลังการฝึกทันทีของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey

3.3 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. หลังการพัก 8 นาทีของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อน หลัง และหลังการพัก 8 นาที ทั้ง 4 ระดับความหนัก

4.1 ตารางเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อน หลัง และหลังการพัก 8 นาที ระดับความหนัก 20% 1RM.

4.2 ตารางเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อน หลัง และหลังการพัก 8 นาที ระดับความหนัก 40% 1RM.

4.3 ตารางเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อน หลัง และหลังการพัก 8 นาที ระดับความหนัก 60% 1RM.

4.4 ตารางเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อน หลัง และหลังการพัก 8 นาที ระดับความหนัก 80% 1RM.

ตอนที่ 1 คุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัย

คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มตัวอย่าง 11 คน (n=11) ($\bar{X}$ ± SD)
อายุ (ปี)	19.58 ± 0.80
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	70.50 ± 3.70
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	176.33 ± 3.03
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อเมตร^2)	22.68 ± 1.20
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของท่านอนดัน	1.01 ± 0.04

จากตารางที่ 1 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยเป็นเพศชายจำนวน 11 คน (Drop out 1 คน) อายุเฉลี่ย 19.58 $\pm$ 0.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 70.50 ± 3.7 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 176.33 ± 3.03 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.68 ± 1.20 กิโลกรัมต่อเมตร^2 และมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ของท่านอนดันเฉลี่ย 1.01 ± 0.04

Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ Two way ANOVA with repeated measures

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์ผลระหว่างความหนักกับการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง

แหล่งความแปรปรวน	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-value
ความหนัก	45392.581	3	15130.86	782.068	0
การทดสอบ	63.44	2	31.72	5.251	0.007
ความหนัก * การทดสอบ	63.329	6	10.555	7.313	0

*P< .05

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการศึกษาความแตกต่างของความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานต่อความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด พบว่าค่า P-value มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่าความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานทำให้เกิดความแตกต่างของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ของการโยนในท่านอนดัน

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการศึกษาความแตกต่างของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการฝึก หลังการฝึก และหลังการพัก 8 นาทีของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานต่อความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด พบว่า ค่า P-value มีค่าเท่ากับ .007 แสดงว่าการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึก และหลังการพัก 8 นาทีของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานมีความแตกต่างของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ของการโยนในท่านอนดัน

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่า P-value มีค่าเท่ากับ .000 แสดงว่าความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานมีผลต่อการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน 4 ระดับความหนัก

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. ก่อนการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey

ตัวแปร	ความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน				F	P-value
	20% ($\bar{X}$ ± SD)	40% ($\bar{X}$ ± SD)	60% ($\bar{X}$ ± SD)	80% ($\bar{X}$ ± SD)		
ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)	1.58 ± 0.13	1.60 ± 0.14	1.70 ± 0.10	1.71 ± 0.12	2.705	0.058
ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที²)	7.65 ± 1.64	6.35 ± 0.94	7.15 ± 1.16	6.84 ± 1.20	2.032	0.125
แรงสูงสุด (นิวตัน)	16.64 ± 4.51	13.70 ± 2.04	15.46 ± 2.89	14.68 ± 2.19	1.806	0.162
พลังสูงสุด (วัตต์)	26.62 ± 9.33	22.16 ± 3.58	26.12 ± 5.12	25.08 ± 4.48	1.195	0.324

จากตารางที่ 3 แสดงว่าการทดสอบการโยนในท่านอนดันก่อนการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงระดับความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% ของ 1RM. มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันเฉลี่ย 1.58 ± 0.13 เมตร/วินาที, 1.60 ± 0.14 เมตร/วินาที, 1.70 ± 0.1 เมตร/วินาที และ 1.71 ± 0.12 เมตร/วินาที ความเร่งสูงสุดเฉลี่ย 7.65 ± 1.64 เมตร/วินาที², 6.35 ± 0.94 เมตร/วินาที², 7.15 ± 1.16 เมตร/วินาที² และ 6.84 ± 1.20 เมตร/วินาที² แรงสูงสุดเฉลี่ย 16.64 ± 4.51 นิวตัน, 13.70 ± 2.04 นิวตัน, 15.46 ± 2.89 นิวตัน และ 14.68 ± 2.19 นิวตัน พลังสูงสุดเฉลี่ย 26.62 ± 9.33 วัตต์, 22.16 ± 3.58 วัตต์, 26.12 ± 5.12 วัตต์ และ 25.08 ± 4.48 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนการฝึกทั้ง 4 ระดับความหนัก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. หลังการฝึกทันทีของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey

ตัวแปรตาม	ความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน				F	p-value
	20% ($\bar{X}$ ± SD)	40% ($\bar{X}$ ± SD)	60% ($\bar{X}$ ± SD)	80% ($\bar{X}$ ± SD)		
ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)	1.59 ± 0.12	1.64 ± 0.14	1.72 ± 0.14	1.74 ± 0.11$^{\alpha}$	3.408	0.027
ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที^{2})	7.95 ± 1.43	7.06 ± 1.53	7.18 ± 1.05	7.31 ± 1.48	0.89	0.455
แรงสูงสุด (นิวตัน)	17.26 ± 3.95	15.19 ± 3.05	15.44 ± 2.05	15.72 ± 2.90	1.013	0.397
พลังสูงสุด (วัตต์)	27.71 ± 7.89	25.03 ± 5.95	26.78 ± 5.17	27.5 ± 5.73	0.415	0.743

$^{\alpha}$ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับความหนัก 20% และ 80% 1 RM. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 แสดงว่าการทดสอบการโยนในท่านอนดันหลังการฝึกทันทีของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงระดับความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% ของ 1RM. มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันเฉลี่ย 1.59 ± 0.12 เมตร/วินาที, 1.64 ± 0.14 เมตร/วินาที, 1.72 ± 0.14 เมตร/วินาที และ 1.74 ± 0.11 เมตร/วินาที ความเร่งสูงสุดเฉลี่ย 7.95 ± 1.43 เมตร/วินาที^{2}, 7.06 ± 1.53 เมตร/วินาที^{2}, 7.18 ± 1.05 เมตร/วินาที^{2} และ 7.31 ± 1.48 เมตร/วินาที^{2} แรงสูงสุดเฉลี่ย 17.26 ± 3.95 นิวตัน, 15.19 ± 3.05 นิวตัน, 15.44 ± 2.05 นิวตัน และ 15.72 ± 2.9 นิวตัน พลังสูงสุดเฉลี่ย 27.71 ± 7.89 วัตต์, 25.03 ± 5.95 วัตต์, 26.78 ± 5.17 วัตต์ และ 27.50 ± 5.73 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบหลังการฝึกทันทีทั้ง 4 ระดับความหนักพบว่า ค่าความเร็วสูงสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทดสอบหาคู่ที่แตกต่างพบว่า การทดสอบทันทีหลังการฝึกที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันมากกว่าการฝึกที่ระดับความหนัก 20% 1RM. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยความหนัก 20%, 40%, 60% และ 80% 1RM. หลังการพัก 8 นาที ของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน โดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบคู่ที่แตกต่างโดยใช้วิธี Tukey

ตัวแปรตาม	ความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน				F	p-value
	20% ($\bar{X}$ ± SD)	40% ($\bar{X}$ ± SD)	60% ($\bar{X}$ ± SD)	80% ($\bar{X}$ ± SD)		
ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)	1.63 ± 0.15	1.69 ± 0.14	1.78 ± 0.16	1.79 ± 0.13	2.964	0.043
ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที²)	8.27 ± 1.34	6.83 ± 1.25*	7.16 ± 1.17	6.79 ± 1.03 $^{\alpha}$	3.612	0.021
แรงสูงสุด (นิวตัน)	17.85 ± 3.34	14.72 ± 2.66*	15.43 ± 2.55	14.60 ± 1.96 $^{\alpha}$	3.515	0.024
พลังสูงสุด (วัตต์)	29.48 ± 7.32	24.95 ± 5.69	27.55 ± 6.12	26.26 ± 4.39	1.149	0.341

* เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับความหนัก 20% และ 40% 1 RM. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$^{\alpha}$ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับความหนัก 20% และ 80% 1 RM. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 แสดงว่าการทดสอบการโยนในท่านอนดันหลังการพัก 8 นาที มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันเฉลี่ย 1.63 ± 0.15 เมตร/วินาที, 1.69 ± 0.14 เมตร/วินาที, 6.83 ± 1.25 เมตร/วินาที และ 1.79 ± 0.13 เมตร/วินาที ความเร่งสูงสุดเฉลี่ย 8.27 ± 1.34 เมตร/วินาที², 7.06 ± 1.53 เมตร/วินาที², 7.16 ± 1.17 เมตร/วินาที² และ 6.79 ± 1.03 เมตร/วินาที² แรงสูงสุดเฉลี่ย 17.85 ± 3.34 นิวตัน, 14.72 ± 2.66 นิวตัน, 15.43 ± 2.55 นิวตัน และ 14.60 ± 1.96 นิวตัน พลังสูงสุดเฉลี่ย 29.48 ± 7.32 วัตต์, 24.95 ± 5.69 วัตต์, 27.55 ± 6.12 วัตต์ และ 26.26 ± 4.39 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบหลังการพัก 8 นาที ทั้ง 4 ระดับความหนักพบว่า ค่าความเร่งสูงสุด และแรงสูงสุดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทดสอบคู่ที่แตกต่างพบว่าการฝึกที่ระดับความหนัก 20% 1RM. มีความเร่งสูงสุด และแรงสูงสุดของการโยนในท่านอนดันมากกว่าการฝึกที่ระดับความหนัก 40% 1RM. และ 80% 1RM. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ตอนที่ 4 ตารางเปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อน หลัง และหลังพัก 8 นาที 4 ระดับความหนัก

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุดภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 20% 1RM.

ตัวแปรตาม	ก่อน ($\bar{X}$ ± SD)	หลังฝึกทันที ($\bar{X}$ ± SD)	หลังพัก 8 นาที ($\bar{X}$ ± SD)	F	P-value
ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)	1.58 ± 0.13	1.59 ± 0.12	1.63 ± 0.15	3.364	0.055
ความเร่งสุด (เมตร/วินาที^{2})	7.65 ± 1.64	7.95 ± 1.43	8.27 ± 1.34	1.061	0.365
แรงสูงสุด (นิวตัน)	16.64 ± 4.51	17.23 ± 3.95	17.85 ± 3.34	0.729	0.495
พลังสูงสุด (วัตต์)	26.62 ± 9.33	27.71 ± 7.89	29.48 ± 7.32	1.324	0.288

จากตารางที่ 6 แสดงว่าการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 20% 1RM. มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันเฉลี่ย 1.58 ± 0.13 เมตร/วินาที, 1.59 ± 0.12 เมตร/วินาที และ 1.63 ± 0.15 เมตร/วินาที ความเร่งสูงสุดเฉลี่ย 7.65 ± 1.64 เมตร/วินาที^{2}, 7.95 ± 1.43 เมตร/วินาที^{2} และ 8.27 ± 1.34 เมตร/วินาที^{2} แรงสูงสุดเฉลี่ย 16.64 ± 4.51 นิวตัน, 17.23 ± 3.95 และ 17.85 ± 3.34 พลังสูงสุดเฉลี่ย 26.62 ± 9.33 วัตต์, 27.71 ± 7.89 วัตต์ และ 29.48 ± 7.32 เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 40% 1RM.

ตัวแปรตาม	ก่อน ($\bar{X}$ ± SD)	หลังฝึกทันที ($\bar{X}$ ± SD)	หลังพัก 8 นาที ($\bar{X}$ ± SD)	F	p-value
ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)	1.60 ± 0.14	1.64 ± 0.14	1.69 ± 0.14$^{\#\alpha}$	11.127	0.001
ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที^{2})	6.35 ± 0.94	7.06 ± 1.53	6.83 ± 1.25	5.092	0.016
แรงสูงสุด (นิวตัน)	13.70 ± 2.04	15.19 ± 3.05	14.72 ± 2.66	3.914	0.037
พลังสูงสุด (วัตต์)	22.16 ± 3.58	25.03 ± 5.95	24.95 ± 5.69	5.616	0.012

$^{\#}$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบก่อนการฝึก และ หลังการพัก 8 นาที ที่ระดับ .05

$^{\alpha}$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบหลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 แสดงว่าการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 40% 1RM. มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันเฉลี่ย 1.60 ± 0.14 เมตร/วินาที, 1.64 ± 0.14 เมตร/วินาที และ 1.69 ± 0.14 เมตร/วินาที ความเร่งสูงสุดเฉลี่ย 6.35 ± 0.94 เมตร/วินาที^{2}, 7.06 ± 1.53 เมตร/วินาที^{2} และ 6.83 ± 1.25 เมตร/วินาที^{2} แรงสูงสุดเฉลี่ย 13.7 ± 2.04 นิวตัน, 15.19 ± 3.05 นิวตัน และ 14.72 ± 2.66 นิวตัน พลังสูงสุดเฉลี่ย 22.16 ± 3.58 วัตต์, 25.03 ± 5.95 วัตต์ และ 24.95 ± 5.69 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที พบว่า ความเร็วสูงสุด แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทดสอบหาคู่ที่แตกต่าง พบว่า ความเร็วสูงสุดหลังการพัก 8 นาที มีค่ามากกว่าความเร็วสูงสุด ก่อนและหลังการฝึกทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุดภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 60% 1RM.

ตัวแปรตาม	ก่อน ($\bar{X}$ ± SD)	หลังฝึกทันที ($\bar{X}$ ± SD)	หลังพัก 8 นาที ($\bar{X}$ ± SD)	F	p-value
ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)	1.70 ± 0.13	1.72 ± 0.14	1.78 ± 0.16 #α	8.304	0.002
ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที²)	7.15 ± 1.16	7.18 ± 1.05	7.16 ± 1.17	0.005	0.995
แรงสูงสุด (นิวตัน)	15.46 ± 2.89	15.44 ± 2.05	15.43 ± 2.55	0.002	0.998
พลังสูงสุด (วัตต์)	26.12 ± 5.12	26.78 ± 5.17	27.55 ± 6.12	0.917	0.416

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบก่อนการฝึก และ หลังการพัก 8 นาที ที่ระดับ .05

α มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบหลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 แสดงว่าการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 60% 1RM. มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันเฉลี่ย 1.70 ± 0.1 เมตร/วินาที, 1.72 ± 0.14 เมตร/วินาที และ 1.78 ± 0.16 เมตร/วินาที ความเร่งสูงสุดเฉลี่ย 7.15 ± 1.16 เมตร/วินาที², 7.18 ± 1.05 เมตร/วินาที² และ 7.16 ± 1.17 เมตร/วินาที² แรงสูงสุดเฉลี่ย 15.46 ± 2.89 นิวตัน, 15.44 ± 2.05 นิวตัน และ 15.43 ± 2.55 นิวตัน พลังสูงสุดเฉลี่ย 26.12 ± 5.12 วัตต์, 26.78 ± 5.17 วัตต์ และ 27.55 ± 6.12 วัตต์ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ความเร็วสูงสุด แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทดสอบหาคู่ที่แตกต่าง พบว่าความเร็วสูงสุดหลังการพัก 8 นาที มีค่ามากกว่าความเร็วสูงสุด ก่อนและหลังการฝึกทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ภายในกลุ่มก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 80% 1RM.

ตัวแปรตาม	ก่อน ($\bar{X}$ ± SD)	หลังฝึกทันที ($\bar{X}$ ± SD)	หลังพัก 8 นาที ($\bar{X}$ ± SD)	F	p-value
ความเร็วสูงสุด (เมตร/วินาที)	1.71 ± 0.12	1.74 ± 0.11	1.79 ± 0.13 #α	14.709	0.0005
ความเร่งสูงสุด (เมตร/วินาที²)	6.84 ± 1.20	7.31±1.48*	6.79±1.03 α	6.572	0.006
แรงสูงสุด (นิวตัน)	14.68 ± 2.19	15.72 ± 2.90*	14.60 ± 1.96 α	6.782	0.006
พลังสูงสุด (วัตต์)	25.08 ± 4.48	27.5 ± 5.73*	26.26 ± 4.39	8.365	0.002

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบก่อนการฝึก และ หลังการฝึกทันที ที่ระดับ .05

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบก่อนการฝึก และ หลังการพัก 8 นาที ที่ระดับ .05

α มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบหลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ที่ระดับ .05

จากตารางที่ 9 แสดงว่าค่าตัวแปรตามก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีค่าความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันเฉลี่ย 1.71 ± 0.12 เมตร/วินาที, 1.74 ± 0.11 เมตร/วินาที และ 1.79 ± 0.13 เมตร/วินาที ความเร่งสูงสุดเฉลี่ย 6.84 ± 1.20 เมตร/วินาที², 7.31 ± 1.48 เมตร/วินาที² และ 6.79 ± 1.03 เมตร/วินาที² แรงสูงสุดเฉลี่ย 14.68 ± 2.19 นิวตัน, 15.72 ± 2.90 นิวตัน และ 14.60 ± 1.96 นิวตัน พลังสูงสุดเฉลี่ย 25.08 ± 4.48 วัตต์, 27.50 ± 5.73 วัตต์ และ 26.26 ± 4.39 วัตต์ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ของการทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที พบว่า

1. การทดสอบหลังการพัก 8 นาที ของการฝึกที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันแตกต่างจากการทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกทันทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การทดสอบทันทีหลังการฝึกที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีความเร่งสูงสุด และแรงสูงสุดของการโยนในท่านอนดันแตกต่างจากการทดสอบก่อนการฝึก และหลังการพัก 8 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การทดสอบทันทีหลังการฝึกที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีพลังสูงสุดของการโยนในท่านอนดันแตกต่างจากการทดสอบก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) เพื่อศึกษาผลฉับพลันและผลคงค้างของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย จำนวน 11 คน ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องเข้าร่วมการทดสอบ 5 ครั้ง โดยแต่ละครั้งเว้นระยะห่างไม่น้อยกว่า 5 วัน

อภิปรายผล

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการวิจัย (ตารางที่ 1) แสดงว่าผู้เข้าร่วมการวิจัย มีอายุเฉลี่ย 19.58 $\pm$ 0.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 70.50 $\pm$ 3.7 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 176.33 $\pm$ 3.03 เซนติเมตร ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.68 $\pm$ 1.20 กิโลกรัม/เมตร^2 คุณสมบัติทั่วไปของผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ จัดเป็นวัยรุ่นที่มีน้ำหนักส่วนสูง และดัชนีมวลกายที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ (Ogden et al., 2002) และมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ของท่านอนดันเฉลี่ย 1.01 ± 0.04 เป็นสัดส่วนที่อยู่ในค่าปกติเมื่อเทียบกับช่วงอายุ (McArdle et al., 2010)

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนการฝึกด้วยการโยนในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% 1RM. (ตารางที่ 3) ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ One-way ANOVA พบว่าความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าความสามารถของการโยนในท่านอนดันของผู้เข้าร่วมการวิจัยก่อนการฝึกทุกระดับความหนักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบหลังการฝึกทันทีด้วยการโยนในท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% 1RM. (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ One-way ANOVA พบว่าการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีผลทำให้ความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดันหลังการฝึกทันทีมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการฝึกที่ระดับความหนัก 20% 1RM. โดยงานวิจัยของ Baker และ Newton (Baker and Newton, 2005) ซึ่งกล่าวว่า การฝึกกลุ่ม

กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยท่านอนดึง ก่อนการทดสอบด้วยการโยนในท่านอนดัน ทำให้พลัง (Power output) ของการโยนในท่านอนดันมีค่าเพิ่มขึ้นทันที เนื่องจากกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาท (Reciprocal innervation) โดยการหดตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน สลับกับการหดตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานแบบเป็นจังหวะ (Ballistic movement) ทำให้ช่วงเวลาในการผ่อนการทำงาน (Reduced the breaking period) ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานกระชับขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาในการหดตัวทั้งหมดอยู่ในช่วงการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเป็นส่วนใหญ่ และในงานวิจัยของ Maia และ คณะ (Maia et al., 2014) ใช้โปรแกรมการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่างอเข่าที่ระดับความหนัก 75% 1RM. พบว่า จำนวนครั้งในการเหยียดเข่ามีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นหากพิจารณาผลการทดสอบหลังการฝึกทันทีด้วยการโยนในท่านอนดันพบว่า มีเพียงตัวแปรด้านความเร็วสูงสุดหลังการฝึกทันทีที่ระดับความหนัก 80% 1RM. เปรียบเทียบกับ 20% 1RM. เท่านั้นที่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ตัวแปรด้าน ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด

และเมื่อวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ พบว่า ความเร็วสูงสุดที่ได้จากการทดสอบทันทีหลังการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึง (ตารางที่ 4) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อฝึกที่ระดับความหนักเพิ่มขึ้น ในขณะที่แรงสูงสุด ความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุด มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน โดยที่ระดับความหนัก 40% 1RM. มีค่าต่ำสุดของทุกตัวแปร ที่ระดับความหนัก 60% 1RM. และ 80% 1RM. มีค่าเพิ่มขึ้นของทุกตัวแปรตามลำดับ และที่ระดับความหนัก 20% 1RM. มีค่าสูงสุดของทุกตัวแปร จึงกล่าวได้ว่าระดับความหนักในการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานมีผลต่อการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน ดังกลไกที่กล่าวถึงในงานวิจัยข้างต้น (Baker and Newton, 2005; R. Carregaro et al., 2013; de Freitas Maia et al., 2015; Maia et al., 2014) ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน อาจไม่ขึ้นกับระดับความหนักของการฝึกเพียงอย่างเดียว เนื่องจากโปรแกรมการฝึกในการวิจัยนี้ทำการฝึกเพียง 8 ครั้ง/เซต จำนวน 1 เซต จึงมีความเป็นไปได้ที่ผลการฝึกจะไม่เพียงพอต่อค่าตัวแปรอื่นนอกจากความเร็วสูงสุด หากพิจารณางานวิจัยของ Maia และ คณะ (Maia et al., 2014) ซึ่งเน้นลำดับการฝึกระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานและกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเป็นหลัก โดยฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการ

ทำงานด้วยท่างอเข่า 10 ครั้ง และทำการทดสอบกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานด้วยท่าเหยียดเข่าทันที พบว่าการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักดีขึ้น Maia และ คณะ (Maia et al., 2014) อธิบายผลงานวิจัยด้วยกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาท และสรุปว่าการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานสลับกับการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน ทำให้กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานทำงานได้ดีกว่าการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานเพียงอย่างเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนะว่า หากต้องการผลของตัวแปรด้านอื่นๆ นอกเหนือจากความเร็วสูงสุด ควรเพิ่มจำนวนครั้งในการฝึกให้มากขึ้น โดยเน้นการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานก่อน และตามด้วยการทดสอบกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานทันที เพื่อผลการฝึกที่ชัดเจนยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม หากต้องการเพิ่มเฉพาะผลด้านความเร็วสูงสุดของการเคลื่อนไหวทันทีหลังการฝึก สามารถใช้ระดับความหนักที่ 80% 1RM. 8 ครั้ง/เซต เป็นจำนวน 1 เซต ดังโปรแกรมการฝึกของการวิจัยนี้ได้ เช่น ในกีฬาที่ต้องการผลฉับพลันของความเร็วสูงสุดในการเล่นกีฬาที่เพิ่มขึ้นโดยไม่รบกวนการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านอื่นๆ ที่ได้จากการทดสอบหลังการพัก 8 นาที ด้วยการโยนในท่านอนดัน (ตารางที่ 5) พบว่า การฝึกท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 20% 1RM. ความเร่งสูงสุด และแรงสูงสุด มีค่ามากกว่าที่ระดับความหนักอื่น แต่เมื่อเพิ่มระดับความหนักของการฝึกเป็น 40% 1RM. และ 80% 1RM. ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด กลับมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการฝึกที่ระดับความหนัก 20% 1RM. อย่างไรก็ตาม หากวิเคราะห์ตัวแปรด้านความเร็วสูงสุดจะพบว่า ระดับความหนักของการฝึกที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าของตัวแปรนี้เพิ่มขึ้นเช่นกัน กล่าวได้ว่า ความหนักและระยะเวลาในการพักมีผลต่อการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maia และ คณะ (Maia et al., 2014) ที่พบว่าการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่างอเข่าที่ระดับความหนัก 75% 1RM. 10 ครั้ง/เซต จำนวน 1 เซต และทำการทดสอบกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในท่าเหยียดเข่าทันที หรือพักไม่เกิน 1 นาที จะส่งผลให้การทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น เมื่อเทียบกับการพัก 3 นาที หรือ 5 นาที ทั้งนี้งานวิจัยของ Baker และ Newton (Baker and Newton, 2005) ยังให้การสนับสนุนว่า การฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึง และทำการทดสอบกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานทันทีด้วยการโยนในท่านอนดันทำให้พลังสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากหลังการฝึกกลุ่ม

กล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานทำให้มีการเพิ่มขึ้นของกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาท ดังนั้นการเว้นระยะเวลาหลังการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน แล้วจึงทำการทดสอบจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการดังกล่าวลดลง จากผลการวิจัยนี้กล่าวได้ว่า หากต้องการผลคงค้างหลังการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่มีผลต่อการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน ควรเลือกการฝึกที่ระดับความหนัก 20% 1RM. เนื่องจากทุกตัวแปรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเว้นระยะเวลาหลังการฝึกให้นานขึ้น นอกจากนี้ระดับความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่เพิ่มขึ้น ยังส่งผลคงค้างต่อตัวแปรด้านความเร็วสูงสุดให้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบก่อน หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 20% 1RM. (ตารางที่ 6) พบว่าตัวแปรทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความเร็วสูงสุด ความเร่งสูงสุด แรงสูงสุด และพลังสูงสุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อสังเกตแนวโน้มของตัวแปรที่กล่าวไปข้างต้นจะพบว่า ทุกตัวแปรมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 20% 1RM. มีผลต่อการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวไปข้างต้น (Baker and Newton, 2005; R. Carregaro et al., 2013; de Freitas Maia et al., 2015; Maia et al., 2014) ความแตกต่างที่ไม่ชัดเจนนี้กล่าวได้ว่า การฝึกที่ระดับความหนัก 20% 1RM. ไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 40% 1RM. (ตารางที่ 7) และ 60% 1RM. (ตารางที่ 8) พบว่า ความเร็วสูงสุดของการทดสอบด้วยการโยนในท่านอนดันหลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก โดยความเร็วสูงสุดที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาทที่เกิดขึ้นทันทีหลังการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน ยิ่งไปกว่านั้นการฝึกที่ระดับความหนัก 40% 1RM. และ 60% 1RM. เมื่อพิจารณาผลการทดสอบด้วยการโยนในท่านอนดันหลังการฝึกทันทีพบว่า ความเร่งสูงสุดและพลังสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้ (Baker and Newton, 2005; R. Carregaro et al., 2013; de Freitas Maia et al., 2015; Maia et al., 2014) ดังนั้น การฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการ

ทำงานด้วยท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 40% 1RM. และ 60% 1RM. มีผลต่อกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานทันทีในด้านความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุด ในขณะที่ผลการทดสอบด้วยการโยนในท่านอนดันหลังการพัก 8 นาที พบว่า ความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุดกลับมีค่าลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maia และ คณะ (Maia et al., 2014) ที่พบว่า ช่วงเวลาการพักที่นานขึ้นทำให้การทำงานของกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาทมีประสิทธิภาพลดลง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานลดลงไปด้วย และเมื่อสังเกตตัวแปรด้านแรงสูงสุดพบว่า การฝึกที่ระดับความหนัก 40% 1RM. มีค่าไปในทิศทางเดียวกับความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุด โดยการทดสอบหลังการฝึกทันทีมีค่าเพิ่มขึ้น และหลังการพัก 8 นาที มีค่าลดลง ในขณะที่การฝึกที่ระดับความหนัก 60% 1RM. ให้ค่าแรงสูงสุดคงที่ตลอดการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง กล่าวได้ว่าการฝึกที่ระดับความหนัก 60% 1RM. ไม่ส่งผลรบกวนต่อแรงสูงสุดของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบก่อน หลังการฝึกทันที และหลังการพัก 8 นาที ของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 80% 1RM. (ตารางที่ 9) พบว่า ความเร็วสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก โดยความเร็วสูงสุดที่ได้จากการทดสอบหลังการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงหลังการพัก 8 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึกและหลังการฝึกทันที และเมื่อพิจารณาตัวแปรด้านแรงสูงสุด ความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุดพบว่า ตัวแปรข้างต้นหลังการทดสอบทันทีมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ดังนั้นการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 80% 1RM. มีผลฉับพลันต่อทุกตัวแปร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านแรงสูงสุด ความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตัวแปรในด้านแรงสูงสุด ความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุดหลังการพัก 8 นาที พบว่าตัวแปรเหล่านี้กลับมีค่าลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maia และคณะ (Maia et al., 2014) ที่พบว่า ช่วงเวลาการพักที่นานขึ้นทำให้การทำงานของกระบวนการทำงานในรูปแบบของการยอมตามจากการควบคุมการทำงานของระบบประสาทมีประสิทธิภาพลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานลดลงไปด้วย

จากผลการวิจัยนี้พบว่า การฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 20% 1RM. ส่งผลให้ทุกตัวแปรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งหลังการฝึกทันทีและหลังการพัก 8 นาที

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาผลการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 80% 1RM. จะพบว่าการฝึกที่ระดับความหนักนี้ส่งผลฉับพลันต่อการเพิ่มขึ้นของแรงสูงสุด ความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก ในขณะที่ความเร็วสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่ระดับความหนัก 80% 1RM. จึงเป็นตัวเลือกที่ดี ในการประยุกต์ใช้กับกีฬาที่ต้องการผลฉับพลันด้านแรงสูงสุด ความเร่งสูงสุด และพลังสูงสุด แต่ไม่มีผลคงค้างหลังการฝึกเป็นเวลา 8 นาที สำหรับการพิจารณาผลการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 40% 1RM. และ 60% 1RM. นั้น ทุกตัวแปรมีการแสดงผลที่ไม่ชัดเจน

สรุปผลการวิจัย

การฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ความหนักต่ำ 20% 1RM. ส่งผลฉับพลันและผลคงค้างเป็นเวลา 8 นาที ต่อการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในด้านความเร็วสูงสุดของการโยนในท่านอนดัน ในขณะที่การฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึงที่ความหนัก 80% 1RM. ส่งผลฉับพลันต่อการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานในด้านความเร่งสูงสุด แรงสูงสุดและพลังสูงสุดของการโยนในท่านอนดันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรศึกษาจำนวนครั้งของการฝึกในแต่ละเซต หรือจำนวนเซตในการฝึกให้ละเอียดยิ่งขึ้น เพื่อการกำหนดโปรแกรมฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่เหมาะสม และทำให้กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่ทำงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ข้อจำกัดของการวิจัย

เครื่อง FT 700 ที่ใช้ในการวิจัยนี้ไม่สามารถวัดแรงสูงสุด และพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อได้โดยตรง เนื่องจากไม่มีการใช้แผ่นวัดแรง ดังนั้นแรงสูงสุด และพลังสูงสุดได้มาจากการคำนวณโดยใช้ความเร่งสูงสุดมาคำนวณแรงสูงสุด และใช้ความเร็วสูงสุดมาคำนวณพลังสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และ กันยา ปาละวิวัฒน์ (2536). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ธรรมกมลการพิมพ์.

สนธยา สีละมาด (2555). หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. พิมพ์ครั้งที่ 4.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Baker, D., and Newton, R. U. (2005). Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. The Journal of Strength & Conditioning Research, 19(1), 202-205.

Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, B., Letson, D., Chuinard, R., and D'ambrosia, R. (1988). Muscular coactivation: the role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. The American journal of sports medicine, 16(2), 113-122.

Barnett, C., Kippers, V., and Turner, P. (1995). Effects of Variations of the Bench Press Exercise on the EMG Activity of Five Shoulder Muscles. The Journal of Strength & Conditioning Research, 9(4), 222-227.

Basmajian, J. V., and De Luca, C. J. (1985). Muscles alive: their functions revealed by electromyography: Williams & Wilkins.

Behm, D. G., Anderson, K., and Curnew, R. S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. The Journal of Strength & Conditioning Research, 16(3), 416-422.

Belfry, G. R., Noble, E. G., and Taylor, A. W. (2016). Effects of Two Different Weight Training Programs on Swimming Performance and Muscle Enzyme Activities and Fiber Type. The Journal of Strength & Conditioning Research, 30(2), 305-310.

Bevan, H. R., Owen, N. J., Cunningham, D. J., Kingsley, M. I., and Kilduff, L. P. (2009). Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(6), 1780-1785.

Birrer, P. (1986). The shoulder, EMG and the swimming stroke. J Swim Res, 2(5), 20-23.

Buitrago, S., Wirtz, N., Yue, Z., Kleinöder, H., and Mester, J. (2013). Mechanical load and physiological responses of four different resistance training methods in bench press exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(4), 1091-1100.

Butchar, J., and Becque, M. D. (1996). Effects of High and Low Intensity Weight Training on iEMG and Force 1139. Medicine & Science in Sports & Exercise, 28(5), 191.

Carolan, B., and Cafarelli, E. (1992). Adaptations in coactivation after isometric resistance training. Journal of applied physiology, 73(3), 911-917.

Carregaro, R., Cunha, R., Oliveira, C. G., Brown, L. E., and Bottaro, M. (2013). Muscle fatigue and metabolic responses following three different antagonist pre-load resistance exercises. Journal of Electromyography and Kinesiology, 23(5), 1090-1096.

Carregaro, R. L., Cunha, R. R., Cardoso, J. R., Pinto, R. S., and Bottaro, M. (2011). Effects of different methods of antagonist muscles pre-activation on knee extensors neuromuscular responses. Brazilian Journal of Physical Therapy, 15(6), 4520-4459.

Clark, R. A., Bryant, A. L., and Humphries, B. (2008). A comparison of force curve profiles between the bench press and ballistic bench throws. The Journal of Strength & Conditioning Research, 22(6), 1755-1759.

Cormie, P., McGuigan, M. R., and Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. Sports medicine, 41(1), 17-38.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cronin, J., Jones, J., and Frost, D. (2007). The Relationship Between Dry-Land Power Measures and Tumble Turn Velocity in Elite Swimmers. Journal of Swimming Research, 17.

Cronin, J., McNair, P. J., and Marshall, R. N. (2001). Developing explosive power: a comparison of technique and training. Journal of Science and Medicine in Sport, 4(1), 59-70.

de Freitas Maia, M., Paz, G. A., Souza, J., and Miranda, H. (2015). Strength performance parameters when adopting different exercise sequences during agonist–antagonist paired sets. Apunts. Medicina de l'Esport, 50(187), 103-110.

Egger, G. (1989). The Fitness Leader's Exercise Bible: Kangaroo Press.

Stone, W. J., & Kroll, W. A. (1991). Sports conditioning and weight training: programs for athletic competition: WCB/McGraw-Hill.

Fleck, S. J., Smith, S. L., Craib, M. W., Denahan, T., Snow, R. E., and Mitchell, M. L. (1992). Upper Extremity Isokinetic Torque and Throwing Velocity in Team Handball. The Journal of Strength & Conditioning Research, 6(2), 120-124.

Gaines, R. P. (1996). The effects of velocity specific isokinetic training on strength, hypertrophy, and cross education.

Hamilton, N. P. (2011). Kinesiology: Scientific basis of human motion: Brown & Benchmark.

Hass, C., Garzarella, L., De Hoyos, D., and Pollock, M. (1998). Effects of training volume on strength and endurance in experienced resistance trained adults. Medicine & Science in Sports & Exercise, 30(5), 115.

Hermassi, S., Chelly, M. S., Fathloun, M., and Shephard, R. J. (2010). The effect of heavy-vs. moderate-load training on the development of strength, power, and throwing ball velocity in male handball players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(9), 2408-2418.

Hoff, J., and Almåsbakk, B. (1995). The Effects of Maximum Strength Training on Throwing Velocity and Muscle Strength in Female Team-Handball Players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 9(4), 255-258.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hortobagyi, T., Barrier, J., Beard, D., Braspennincx, J., Koens, P., De Vita, P., and Lambert, J. (1996). Greater Adaptations With Submaximal Muscle Lengthening Than Maximal Shortening Contractions 761. Medicine & Science in Sports & Exercise, 28(5), 128.

Izquierdo, M., Gorostiaga, E., Garrues, M., Antón, A., Larrion, J., and Haekkinen, K. (1999). Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. Acta Physiologica Scandinavica, 167, 57-68.

Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., and Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. European journal of applied physiology, 87(3), 264-271.

Jarić, S., Ropret, R., Kukolj, M., and Ilić, D. B. (1995). Role of agonist and antagonist muscle strength in performance of rapid movements. European journal of applied physiology and occupational physiology, 71(5), 464-468.

Keiner, M., Yaghobi, D., Sander, A., Wirth, K., and Hartmann, H. (2015). The influence of maximal strength performance of upper and lower extremities and trunk muscles on different sprint swim performances in adolescent swimmers. Science & Sports, 30(6), e147-e154.

Kellis, E., and Baltzopoulos, V. (1998). Muscle activation differences between eccentric and concentric isokinetic exercise. Medicine and science in sports and exercise, 30(11), 1616-1623.

Kellis, E., and Kellis, S. (2001). Effects of agonist and antagonist muscle fatigue on muscle coactivation around the knee in pubertal boys. Journal of Electromyography and Kinesiology, 11(5), 307-318.

Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., and Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. The Journal of Strength & Conditioning Research, 21(4), 1134-1138.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M. I., and Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. Journal of sports sciences, 26(8), 795-802.

Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. Journal of biomechanics, 33(10), 1197-1206.

Liossis, L. D., Forsyth, J., Liossis, C., and Tsolakis, C. (2013). The acute effect of upper-body complex training on power output of martial art athletes as measured by the bench press throw exercise. Journal of human kinetics, 39(1), 167-175.

Liow, D., and Hopkins, W. (1998). Velocity specificity of heavy weight training for kayak sprint performance. Medicine & Science in Sports & Exercise, 30(5), 110.

Maia, M. F., Willardson, J. M., Paz, G. A., and Miranda, H. (2014). Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(9), 2529-2535.

Marshall, P. W., and Murphy, B. A. (2006). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. The Journal of Strength & Conditioning Research, 20(4), 745-750.

Maynard, J., and Ebben, W. P. (2003). The effects of antagonist prefatigue on agonist torque and electromyography. The Journal of Strength & Conditioning Research, 17(3), 469-474.

McArdle, W. D., Katch, F. I., and Katch, V. L. (2010). Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance: Lippincott Williams & Wilkins.

Morrissey, M. C., Harman, E. A., Frykman, P. N., and Han, K. H. (1998). Early phase differential effects of slow and fast barbell squat training. The American journal of sports medicine, 26(2), 221-230.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Morrissey, M. C., Harman, E. A., and Johnson, M. J. (1995). Resistance training modes: specificity and effectiveness. Medicine and science in sports and exercise, 27(5), 648-660.

Muscolino, J. E. (2014). Kinesiology: the skeletal system and muscle function: Elsevier Health Sciences.

Naperalsky, M. E., and Anderson, J.-H. (2012). An upper extremity active dynamic warm-up for sport participation. Strength & Conditioning Journal, 34(1), 51-54.

Nuber, G. W., Jobe, F. W., Perry, J., Moynes, D. R., and Antonelli, D. (1986). Fine wire electromyography analysis of muscles of the shoulder during swimming. The American journal of sports medicine, 14(1), 7-11.

Ogden, C. L., Kuczmarski, R. J., Flegal, K. M., Mei, Z., Guo, S., Wei, R., and Johnson, C. L. (2002). Centers for Disease Control and Prevention 2000 growth charts for the United States: improvements to the 1977 National Center for Health Statistics version. Pediatrics, 109(1), 45-60.

Palastanga, N., and Soames, R. (2011). Anatomy and human movement, structure and function with PAGEBURST access, 6: anatomy and human movement: Elsevier Health Sciences.

Park, S., Miyakawa, S., Shiraki, H., Mukai, N., and Choi, H. (2009). Upper extremity muscle activities and strengths in overhead thrower during eccentric muscle action. 体力科学, 58(1), 143-154.

Pearson, S. N., Cronin, J. B., Hume, P. A., and Slyfield, D. (2009). Kinematics and kinetics of the bench-press and bench-pull exercises in a strength-trained sporting population. Sports biomechanics, 8(3), 245-254.

Pollock, M., Abe, T., De Hoyos, D., Garzarella, L., Hass, C., and Werber, G. (1998). Muscular Hypertrophy Responses To 6 Months Of High-Or Low-volume Resistance Training. Medicine & Science in Sports & Exercise, 30(5), 116.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Pryor, R. R., Sforzo, G. A., and King, D. L. (2011). Optimizing power output by varying repetition tempo. The Journal of Strength & Conditioning Research, 25(11), 3029-3034.

Robbins, D. W., Young, W. B., Behm, D. G., and Payne, W. R. (2010). The effect of a complex agonist and antagonist resistance training protocol on volume load, power output, electromyographic responses, and efficiency. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(7), 1782-1789.

Sakamoto, A., and Sinclair, P. J. (2006). Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. The Journal of Strength & Conditioning Research, 20(3), 523-527.

Sale, D., and MacDougall, D. (1981). Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquées au sport, 6(2), 87-92.

Sánchez-Medina, L., González-Badillo, J., Perez, C., and Pallarés, J. (2014). Velocity- and power-load relationships of the bench pull vs. Bench press exercises. International journal of sports medicine, 35(03), 209-216.

Schmidtbleicher, D. (1987). Neural adaptation and increase of cross-sectional area studying different strength training methods. Biomechanics XB.

Slarkey, D., Welsch, M., Pollock, M., Graves, J., Brechue, W., and Ishida, Y. (1994). 651 Equivalent Improvement In Strength Following High Intensity, Low And High Volume Training. Medicine & Science in Sports & Exercise, 26(5), S116.

Solomonow, M., Baratta, R., Zhou, B., and d'Ambrosia, R. (1988). Electromyogram coactivation patterns of the elbow antagonist muscles during slow isokinetic movement. Experimental neurology, 100(3), 470-477.

Sreckovic, S., Cuk, I., Djuric, S., Nedeljkovic, A., Mirkov, D., and Jaric, S. (2015). Evaluation of force–velocity and power–velocity relationship of arm muscles. European journal of applied physiology, 115(8), 1779-1787.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Starkey, D. B., Pollock, M. L., Ishida, Y., Welsch, M. A., Brechue, W. F., Graves, J. E., and Feigenbaum, M. S. (1996). Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. Medicine and science in sports and exercise, 28(0), 10.

Stone, W. J., and Kroll, W. A. (1991). Sports conditioning and weight training: programs for athletic competition: WCB/McGraw-Hill.

Carolan, B., & Cafarelli, E. (1992). Adaptations in coactivation after

Van den Tillaar, R. (2004). Effect of different training programs on the velocity of overarm throwing: a brief review. The Journal of Strength & Conditioning Research, 18(2), 388-396.

Veliz, R. R., Requena, B., Suarez-Arrones, L., Newton, R. U., and de Villarreal, E. S. (2014). Effects of 18-week in-season heavy-resistance and power training on throwing velocity, strength, jumping, and maximal sprint swim performance of elite male water polo players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(4), 1007-1014.

West, D. J., Cunningham, D. J., Crewther, B. T., Cook, C. J., and Kilduff, L. P. (2013). Influence of ballistic bench press on upper body power output in professional rugby players. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(8), 2282-2287.

Whyte, G., Spurway, N., and MacLaren, D. (2006). The physiology of training: Advances in sport and exercise science series. Champaign, IL: Elsevier.

Wierzbicka, M. M., and Wiegner, A. W. (1992). Effects of weak antagonist on fast elbow flexion movements in man. Experimental brain research, 91(3), 509-519.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Yaghoubi, M., Moghadam, A., Khalilzadeh, M. A., and Shultz, S. P. (2014). Electromyographic analysis of the upper extremity in water polo players during water polo shots. International Biomechanics, 1(1), 15-20.

Zinner, C., Sperlich, B., Krueger, M., Focke, T., Reed, J., and Mester, J. (2015). Strength, Endurance, Throwing Velocity and in-Water Jump Performance of Elite German Water Polo Players. Journal of human kinetics, 45(1), 149-156.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

ท่าอบอุ่นร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การอบอุ่นร่างกายบริเวณข้อไหล่ ทำท่าละ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต (Naperalsky and Anderson, 2012)

1. Standing scaption : ยืน กางแขนขึ้น

รูปที่ 11 Standing scaption

2. ยักไหล่ (Cuban press) : ยืน หมุนไหล่เป็นครึ่งวงกลม โดยเน้นที่การขยับสะบักขึ้นด้านบน และหนีบสะบักเข้าหากัน (scapular retraction)

รูปที่ 12 Cuban press

3. Push up plus : อยู่ในท่าเตรียมพร้อมวิดพื้น ให้ความกว้างของมือเท่ากับความกว้างของหัวไหล่ จากนั้นหนีบสะบักเข้าหากัน (retraction) และดึงสะบักออก (scapular protraction)

รูปที่ 13 Push up plus

4. Grip pull-apart : ยืนตรงเอานิ้วมือทั้ง 4 นิ้ว ออกแรงดึงกัน พร้อมกับแอ่นอก (scapular retraction) ค้างไว้ 2 วินาที

รูปที่ 14 Grip pull-apart

5. Doorway row : ยืนย่อเข่าลงจนต้นขาด้านบนขนานกับพื้น ยื่นแขนออกไปด้านหน้าขนานกับหัวไหล่ มือจับราว จากนั้นออกแรงดึงตัวไปทางด้านหน้า

รูปที่ 15 Doorway row

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบและการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่มีต่อประสิทธิภาพกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบและการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงาน

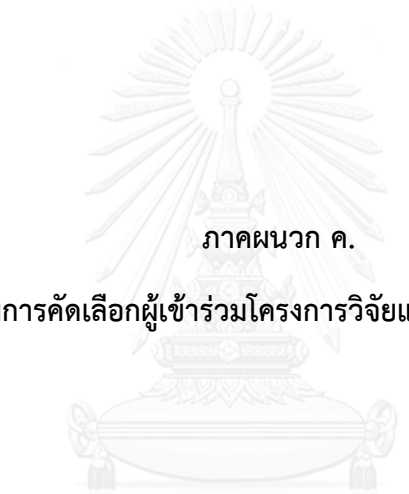
1. อาจารย์ ดร. คนางค์ ศรีหิรัญ	**อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
2. อาจารย์ ดร. เบญจพล เบญจพลากร	**อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
3. รศ. ดร. ไถ้ออน ชินธเนศ	**อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล**
4. รศ.ดร. สุปราณี ขวัญบุญจันทร์	**อาจารย์ประจำคณะพลศึกษา สาขาสุขศึกษาและพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**
5. ผศ. ดร.วารี วิดจายา	**อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อความตรงของเนื้อหาโปรแกรมการทดสอบและการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานที่มีต่อประสิทธิภาพกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

ข้อที่	รายละเอียดข้อควรพิจารณา	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	แปลผล
	การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อในการนอนดันก่อนและหลังการฝึก	1	2	3	4	5		
1	ทดสอบโดยการโยนในท่านอนดัน (bench press throw)	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	โยนจากท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% ของ 1 RM ของท่านอนดัน จำนวน 5 ครั้ง	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
3	ทดสอบหลังการฝึกทันที (โยนจากท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% ของ 1 RM)	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
4	ทดสอบหลังการฝึก 8 นาที (โยนจากท่านอนดันที่ระดับความหนัก 30% ของ 1 RM)	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
	การฝึกท่านอนดึง							
1	สุ่มลำดับระดับความหนักของการฝึกด้วยการสุ่มอย่างง่าย	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	การฝึกท่านอนดึง 4 ระดับ ความหนัก ระดับละ 8 ครั้ง/เซต จำนวน 1 เซต	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
3	การฝึกท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 30 % ของ 1 RM.	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
4	การฝึกท่านอนดึง ระดับความหนัก 40 % ของ 1 RM.	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5	การฝึกท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 50 % ของ 1 RM.	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	การฝึกท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 60 % ของ 1 RM.	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
7	กำหนดให้นอนดึงด้วยความเร็วที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	รายละเอียดข้อควรพิจารณา							
8	การเว้นระยะห่างระหว่างความหนักในการฝึกท่านอนดึงเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	เครื่องมือ ในการวิจัย							
1	ทดสอบความเร็ว และพลังของการโยนในท่านอนดัน โดยใช้เครื่อง FT700	1	1	1		1	1	ใช้ได้
2	ทดสอบการโยนในท่านอนดัน และการฝึกท่านอนดึง โดยนอนบนม้านั่งสำหรับฝึกยกน้ำหนัก	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ : แนะนำให้มีการฝึกท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 20% - 80%



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค.

แบบฟอร์มการคัดเลือกผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยและตารางการเก็บข้อมูล

แบบฟอร์มการคัดเลือกผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมงานวิจัย

รหัสผู้เข้าร่วมโครงการ.....เพศ..... อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร BMI.....

ประวัติการบาดเจ็บและการออกกำลังกาย

- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมีการออกกำลังกายอะไรบ้าง
  .....
- ออกกำลังกายสัปดาห์ละกี่ครั้ง.....
- ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมามีประวัติการได้รับบาดเจ็บที่ข้อไหล่ และ/หรือ ข้อศอกระดับที่ต้องไปพบแพทย์หรือไม่.....
- ผู้เข้าร่วมวิจัยเคยได้รับการบาดเจ็บที่ข้อไหล่ และ/หรือข้อศอกจนกระทั่งได้รับการผ่าตัดหรือไม่.....
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยอยู่ในช่วงเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเพื่อแข่งขันกีฬาประเภทใดๆ หรืออยู่ในช่วงเข้าร่วมโครงการวิจัยอื่นหรือไม่.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลของการวัด 1 RM.

1RM. ของท่านอนดัน..... kg. ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ (relative strength) .....

1RM. ของท่านอนดึง..... kg.

สรุปผลการคัดเลือกเข้าร่วมการวิจัย ..... เข้าร่วมได้ ..... คัดออก

หมายเหตุ: ผู้ถูกคัดออก ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำในการออกกำลังกายเพื่อฟื้นฟูอาการบาดเจ็บตามอาการปัจจุบัน

ตารางการเก็บข้อมูลที่ความหนัก............ % 1RM. ของท่านอนดึง (bench pull)

		pre-test			Post-test			post-test	
subject	acc	velocity	force	acc	velocity	force	acc	velocity	force

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง.

ตารางการสุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางการสุ่มความหนักของการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานในท่านอนดึง

ผู้เข้าร่วมการวิจัยคนที่	สลากความหนักที่จับได้จากการสุ่มครั้งที่			
	1	2	3	4
1	80%	40%	20%	60%
2	80%	60%	20%	40%
3	20%	40%	80%	60%
4	40%	80%	20%	60%
5	20%	60%	40%	80%
6	20%	60%	80%	40%
7	80%	20%	60%	40%
8	20%	40%	60%	80%
9	40%	20%	60%	80%
10	80%	20%	60%	40%
11	20%	40%	60%	80%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ.

ใบรับรองโครงการวิจัย

AF 01-12

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

COA No. 077/2560

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 039.1/60 : ผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวฐิติมา ตรีโสภณสถาพร

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ลงนาม.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ)
ประธาน

ลงนาม.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 25 เมษายน 2560 **วันหมดอายุ** : 24 เมษายน 2561

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 039.1/60
วันที่รับรอง 25 เม.ย. 2560
วันหมดอายุ 24 เม.ย. 2561

เงื่อนไข

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

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่หนังสือรับ 01267
วันที่ 8 พ.ค. 60 เวลา 16.04 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218 3202
ที่ จว 383 /2560 **วันที่** 28 เมษายน 2560
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

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

โครงการวิจัยที่ 039.1/60 เรื่อง ผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ต้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน (ACUTE EFFECTS OF ANTAGONISTIC MUSCLES EXERCISE WITH DIFFERENT RESISTANCE ON PERFORMANCE OF AGONISTIC MUSCLES) **ของ นางสาวฐิติมา ตรีโสภณสถาพร** โดยมีข้อสังเกต ดังนี้

ควรทบทวนแก้ไขการเขียนเอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรมให้ถูกต้องและระบุให้ครบถ้วน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

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

เรียน
เพื่อโปรด
☑ ทราบ และดำเนินการต่อไป
○ พิจารณา
○ ลงนาม
○ อนุมัติ
ลงชื่อ
8 พ.ค. 2560

9/5/60

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย : ผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ด้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

ชื่อผู้วิจัย : นางสาวฐิติมา ศรีโสภณสถาพร ตำแหน่ง : นิสิตบัณฑิตศึกษา

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย(ที่ทำงาน) : คลินิกกายภาพบำบัดทศ 43 ถนนเรือเพลิง แขวงทุ่งวัดดอน เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

โทรศัพท์มือถือ : 0875497062 **E-mail :** mkaa88.tt@gmail.com

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบและสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

1. โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการฝึกกล้ามเนื้อบริเวณข้อไหล่ เพื่อเปรียบเทียบความหนักของการฝึกกล้ามเนื้อที่ด้านการทำงานต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน และศึกษาผลฉับพลันและผลคงค้างของการฝึกกล้ามเนื้อที่ด้านการทำงานต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน
2. ลักษณะของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก

กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน

<u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัย</u>

1) นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี
2) ไม่มีประวัติได้รับการบาดเจ็บรุนแรงระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์บริเวณข้อไหล่และ/หรือข้อศอกในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมาโดยเคลื่อนไหวข้อไหล่และข้อศอกได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
3) ไม่เคยมีประวัติการบาดเจ็บรุนแรงของข้อไหล่และ/หรือข้อศอกจนกระทั่งต้องได้รับการผ่าตัด
4) มีค่าความแข็งแรงสูงสุดในท่านอนคัน เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัว อยู่ในอัตราส่วน 0.97-1.16
5) ไม่อยู่ในช่วงเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเพื่อแข่งขันกีฬาประเภทใดๆ และไม่อยู่ในช่วงเข้าร่วมโครงการวิจัยอื่น
6) รับทราบ และเซ็นยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย อย่างเต็มใจ

คณะกรรมการวิจัย 039.1/66
รับที่รับรอง 25 มิ.ย. 2566
รับหมดอายุ 24 มิ.ย. 2567

<u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกจากการวิจัย</u>

1) บอกเลิกการเข้าร่วมงานวิจัย
2) เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถร่วมงานวิจัยได้ เช่น มีอาการเจ็บป่วย ประสบอุบัติเหตุ หรือ ได้รับบาดเจ็บก่อนการทดสอบ เป็นต้น
3) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องได้รับการทดสอบครบทั้ง 5 ครั้ง หากไม่ครบจะถือว่าข้อมูลนั้นไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ผลได้ ผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัยใหม่ ตามเกณฑ์การคัดเข้าที่ระบุไว้ข้างต้น

3. กระบวนการการวิจัย

3.1 ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเชิญชวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยด้วยตนเอง และอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยร่วมกับการใช้แบบสอบถามเพื่อคัดกรองเบื้องต้น เมื่อผู้เข้าร่วมงานวิจัยยินดีเข้าร่วมงานวิจัย ผู้วิจัยจะนัดหมายให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยมาทำการทดสอบและออกกำลังกายที่ห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในช่วงเวลา 12.00-15.00 น.การทดสอบแต่ละครั้งจะใช้ เวลาประมาณ 45 นาที โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการทดสอบและออกกำลังกายทั้งหมด 5 ครั้ง

3.2 ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดในครั้งแรกด้วยท่านอนดัน (bench press) หากผลการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดในท่านอนดัน อยู่ในช่วง 0.97-1.16 ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดในท่านอนดึง (bench pull) ต่อไป เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดแล้ว ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการพักอย่างน้อย 5 วัน ในกรณีที่ทำการทดสอบความแข็งสูงสุดในท่านอนดันแล้วไม่อยู่ในช่วงดังกล่าว ผู้วิจัยจะหยุดการทดสอบไว้เพียงเท่านั้น

***หมายเหตุ** : ก่อนการทดสอบและออกกำลังกาย ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยรับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 1 ชั่วโมง และขณะนั่งรอที่ห้องปฏิบัติการ ไม่อนุญาตให้รับประทานอาหาร แต่สามารถดื่มน้ำเปล่า หรือเกลือแร่เพื่อแก้กระหายได้ในปริมาณที่ไม่มากเกินไป*

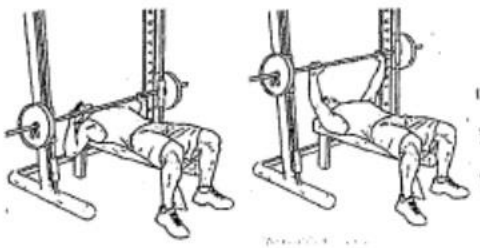
3.3 **วิธีการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของท่านอนดัน** (McArdle, Katch et al. 2006)

การทดสอบจะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทดลองยกน้ำหนัก 1 ครั้ง แล้วพัก 3 นาที จากนั้นเพิ่มน้ำหนัก 5-10 ปอนด์ ทำแบบนี้จนกระทั่งได้น้ำหนักที่สามารถยกได้แค่ครั้งเดียว โดยก่อนการทดสอบจะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย และทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือก่อน

<u>ท่าเริ่มต้น</u> ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนอนหงาย หลังแนบอยู่กับม้านั่ง เท้าวางราบกับพื้น จับบาร์เบลแล้วค่อยๆลดบาร์เบลต่ำลง ขณะที่ลดบาร์เบลต่ำลงต้องคงมุมที่ข้อไหล่ให้ทำมุม 90 องศา จนกระทั่งบาร์เบลแตะกับหน้าอกโดยผู้วิจัยช่วยจับและกำหนดมุมข้อไหล่

<u>ช่วงเคลื่อนบาร์เบลขึ้น</u>

ดันบาร์เบลขึ้นจนกระทั่งข้อศอกตรง โดยหลังส่วนล่างต้องแนบชิดกับม้านั่ง จากนั้นผู้วิจัยวางบาร์เบลไว้ที่แท่นเหมือนเดิม



starting position upward movement

รูปที่ 1 ลำดับการเคลื่อนไหวของท่านอนดัน (bench press)

เลขที่โครงการวิจัย 039.1/60
วันที่รับรอง 25 เม.ย. 2560
วันหมดอายุ 24 เม.ย. 2561

3.4 **วิธีการทดสอบ 1 RM. ของท่านอนดึง** (McArdle, Katch et al. 2006)

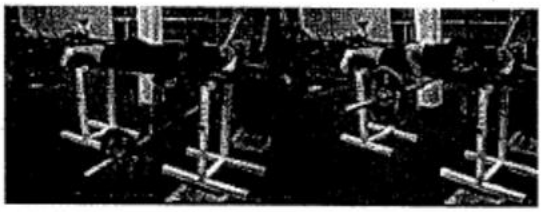
การทดสอบจะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทดลองยกน้ำหนัก 1 ครั้ง แล้วพัก 3 นาที จากนั้นเพิ่มน้ำหนัก 5-10 ปอนด์ ทำแบบนี้จนกระทั่งได้น้ำหนักที่สามารถยกได้แค่ครั้งเดียว โดยก่อนการทดสอบจะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย และทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือก่อน

<u>ท่าเริ่มต้น</u>

ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนอนคว่ำบนม้านั่งสำหรับการฝึกด้วยแรงต้าน แขนเหยียดลงด้านล่าง ไหล่งอมาทางด้านหน้า 90 องศา ศอกเหยียดตรง

<u>ช่วงดึงบาร์เบลขึ้น</u>

ดึงบาร์เบลขึ้นจนแตะกับส่วนล่างของม้านั่ง โดยระดับที่บาร์เบลแตะจะเป็นระดับเดียวกับที่ทำท่านอนดัน จากนั้นลดบาร์เบลลง (Baker and Newton 2005, Robbins, Young et al. 2010)



รูปที่ 2 ลำดับการเคลื่อนไหวของท่านอนดึง (bench pull)

3.5 จากนั้น สุ่มความหนักเพื่อใช้ออกกำลังกาย โดยจับสลากและฝึกจนครบทั้ง 4 ระดับความหนัก

3.6 **ขั้นตอนการทดสอบการโยนในท่านอนดันและการออกกำลังกายท่านอนดึง** โดยก่อนการทดสอบและออกกำลังกายผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย และทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือก่อน

3.6.1 ก่อนการออกกำลังกายท่านอนดึงผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกทดสอบด้วยการโยนในท่านอนดัน โดยโยนบาร์เบลขึ้นไปด้านบนทั้งสิ้น 5 ครั้ง ที่ความหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุด (1 RM.) ของท่านอนดัน โยนบาร์เบลขึ้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยผู้วิจัยจะเป็นคนเชียร์กระตุ้นผู้เข้าร่วมวิจัยให้ทำให้เร็วที่สุด

เลขที่โครงการวิจัย 039.1/60
วันที่รับรอง 25 มิ.ย. 2560
วันหมดอายุ 24 มิ.ย. 2561

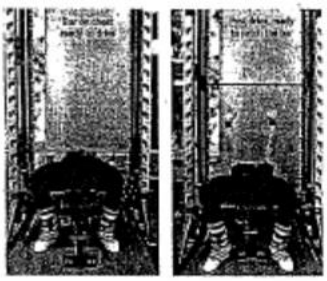
<u>วิธีการทดสอบการโยนของท่านอนดัน (bench press throw)</u>

<u>ท่าเริ่มต้น</u>

ผู้ช่วยวิจัยนอนหงาย หลังแนบอยู่กับม้านั่ง เท้าวางราบกับพื้น จับบาร์เบลแล้วค่อยๆลด บาร์เบลต่ำลง ขณะที่ลดบาร์เบลต่ำลง ต้องคงมุมที่ข้อไหล่ให้กาง 90 องศา จนกระทั่งบาร์เบลแตะกับหน้าอกโดยผู้วิจัยช่วยจับและกำหนดมุมข้อไหล่

<u>ช่วงเคลื่อนบาร์เบลขึ้น</u>

โยนบาร์เบลขึ้นด้านบนจนกระทั่งบาร์เบลหลุดจากมือโดยข้อศอกตรง และหลังต้องแนบชิด กับม้านั่ง จากนั้นผู้เข้าร่วมงานวิจัยรับบาร์เบลแล้วลดบาร์เบลลงสู่ท่าเริ่มต้น ทำแบบนี้จนครบ 5 ครั้ง (Baker and Newton 2005) โดยใช้ความหนักที่ 30 % 1RM ของท่านอนดัน (bench press) (Bevan, Bunce et al. 2010)



รูปที่ 3 แสดงลำดับการโยน แต่จะทำการโยนลักษณะนี้ในเครื่อง FT 700

3.6.2 ออกกำลังกายในท่านอนดึงที่ระดับความหนัก 20%, 40%, 60% ,และ 80% ของความแข็งแรงสูงสุด (1 RM.) ของท่านอนดึง ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องออกกำลังกายความหนักแต่ละระดับที่สุ่มได้เป็นจำนวน 8 ครั้ง ทั้งหมด 1 เซ็ท โดยยกด้วยความเร็วที่มากที่สุดเท่าที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถทำได้ โดยผู้วิจัยจะเป็นคนเชียร์กระตุ้นผู้เข้าร่วมวิจัยให้ทำให้เร็วที่สุด

<u>ขั้นตอนการออกกำลังกายท่านอนดึง</u>

การออกกำลังกายจะให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกกำลังกายตามน้ำหนักที่สุ่มลำดับได้

<u>ท่าเริ่มต้น</u>

ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนอนคว่ำบนม้านั่งสำหรับการฝึกด้วยแรงต้าน แขนเหยียดลงด้านล่างไหล่งอมาทางด้านหน้า ข้องศา ศอกเหยียดตรง

<u>ช่วงดึงบาร์เบลขึ้น</u>

ดึงบาร์เบลขึ้นจนแตะกับส่วนล่างของม้านั่ง โดยระดับที่บาร์เบลแตะจะเป็นระดับเดียวกับที่ทำท่านอนดัน จากนั้นลดบาร์เบลลง (Baker and Newton 2005, Robbins, Young et al. 2010)

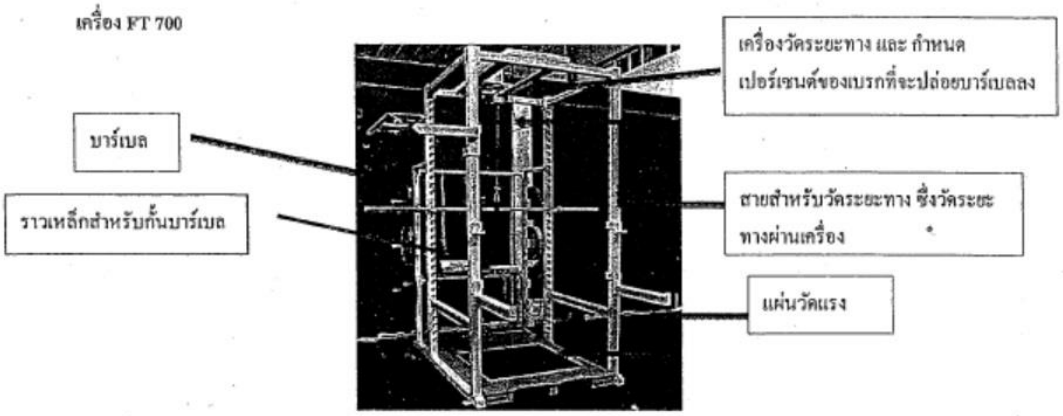
3.6.3 หลังการออกกำลังกาย ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกทดสอบดังข้อที่ 3.3.1 ทันทีเพื่อดูผลฉับพลันของการออกกำลังกาย

3.6.4 ทดสอบตามข้อที่ 3.3.1 อีกครั้งหลังการพัก 8 นาที เพื่อดูผลคงค้างของการออกกำลังกาย

3.6.5 เมื่อการทดสอบในแต่ละครั้งเสร็จสิ้น ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับการนัดหมายเพื่อเข้ารับการทดสอบในครั้งต่อไปจนครบทั้ง 4 ระดับความหนัก โดยการนัดหมายแต่ละครั้งเว้นระยะเวลาห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่อง FT700 บันทึกกำลัง ความเร็วและแรง ในการโยนบาร์เบล ขึ้นไปด้านบน ทั้งนี้เครื่องทดสอบนี้มีระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งมีเบรกชะลอความเร็วของบาร์เบลขณะที่บาร์เบลเคลื่อนลง และราวเหล็กกั้นระหว่างบาร์เบลกับตัวผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยผู้วิจัยจะยืนควบคุมบริเวณศีรษะตลอดการทดสอบ เพื่อช่วยรับบาร์เบลหากระบบรักษาความปลอดภัยของเครื่องเกิดความผิดพลาด โดยจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้เข้าร่วมงานวิจัย และหากทดสอบความแข็งแรงสูงสุดในท่านอนดันและท่านอนดึง ผู้วิจัยจะยืนควบคุมบาร์เบลบริเวณศีรษะของผู้เข้าร่วมงานวิจัย เพื่อป้องกันน้ำหนักตกลงบนตัวของผู้ถูกทดสอบ โดยจะบันทึกข้อมูลเป็นรหัส เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกลบออกจากเครื่องเก็บข้อมูล

เอกสารโครงการวิจัย 039.1/6C
วันที่รับรอง 25 มิ.ย. 2559
24 มิ.ย. 2561
วันหมดอายุ



รูปที่ 4 เครื่อง FT 700

เครื่อง FT 700 เป็นเครื่องที่ใช้วัด ความเร่ง, ความเร็ว, แรง, ระยะทาง, และกำลัง โดยระบบจะประกอบด้วย เครื่องวัดระยะทาง, แผ่นวัดแรง, บาร์เบล, และโปรแกรมสำหรับวัดการเคลื่อนไหวในแนวดิ่ง (ballistic movement system) โดยในงานวิจัยชิ้นนี้จะถอดแผ่นวัดแรงออก และนำม้านั่งสำหรับฝึกด้วยแรงต้านมาวางแทนที่ จากนั้นจึงทำการทดสอบด้วยการโยนในท่านอนดันด้วยบาร์เบลที่ปรากฏในรูป

4. **กระบวนการเชิญผู้เข้าร่วมงานวิจัย**

ผู้วิจัยจะเชิญชวนผู้เข้าร่วมงานวิจัยด้วยตนเองตามเกณฑ์การคัดเข้า ผู้ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าจะได้รับคำอธิบายถึงรายละเอียดและ วิธีการดำเนินงานวิจัย จำนวนครั้งที่ต้องเข้ารับการทดสอบ ข้อดีและข้อเสียในการเข้าร่วมงานวิจัย รับทราบมาตรการป้องกันดูแลและรักษาความปลอดภัยในงานวิจัย จากนั้นจึงขอให้ผู้ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า ลงนามเข้าร่วมในใบยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยผู้วิจัยจะไม่กระทำการใดๆ ที่จะมีผลต่อการตัดสินใจ

5. **ผู้เข้าร่วมงานวิจัยให้คำแนะนำหรือวิธีการปฏิบัติตัวให้ถูกต้องแก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย**

ผู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและเข้าร่วมงานวิจัย จะได้รับคำแนะนำการช่วยเหลือดูแล ไปจนถึงการรักษาเบื้องต้นจากผู้วิจัยหากมีความผิดปกติเกิดขึ้นตลอดการดำเนินงานวิจัย แม้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะตัดสินใจออกจากงานวิจัยหรือออกจากงานวิจัยตามเกณฑ์การคัดออกในภายหลัง

6. **ข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายหรือความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นแก่กลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย มาตรการป้องกันและแก้ไขเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ในโครงการนี้**

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยอาจได้รับอันตรายหรือความเสี่ยงจากการออกกำลังกายจากการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด การทดสอบการโยนในท่านอนดัน และการออกกำลังกายในท่านอนดึง โดยผู้วิจัยมีมาตรการป้องกันและแก้ไขเมื่อเกิดเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ดังนี้

ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายและทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือก่อนการทดสอบและออกกำลังกายทุกครั้ง

การทดสอบความแข็งแรงสูงสุดในท่านอนดัน, ท่านอนดึง ,และการออกกำลังกายท่านอนดึงทั้ง 4 ระดับความหนักนั้น ผู้วิจัยจะยืนควบคุมบาร์เบลบริเวณศีรษะของผู้เข้าร่วมงานวิจัย เพื่อป้องกันน้ำหนักตกลงบนตัวของผู้ถูกทดสอบ การทดสอบการโยนในท่านอนดัน จะใช้ความหนักที่ 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดในท่านอนดัน และเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง FT 700 โดย

เลขที่โครงการวิจัย 034.1/66
รับที่รับรอง 25 มี.ค. 2566
วันหมดอายุ 24 มี.ค. 2567

เครื่องทดสอบนี้มีระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งมีเบรกชะลอความเร็วของบาร์เบล ขณะที่บาร์เบลเคลื่อนลง และราวเหล็กกั้นระหว่างบาร์เบลกับตัวผู้เข้าร่วมงานวิจัย โดยผู้วิจัยจะยืนควบคุมบริเวณศีรษะตลอดการทดสอบ เพื่อช่วยรับบาร์เบลหากระบบรักษาความปลอดภัยของเครื่องเกิดความผิดพลาด โดยจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้เข้าร่วมงานวิจัย ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นและผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้รับบาดเจ็บ ผู้วิจัยซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัดจะตรวจร่างกายและให้การดูแลรักษาเบื้องต้น แต่ถ้าการบาดเจ็บนั้นรุนแรง ผู้วิจัยจะนำส่งโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยผู้วิจัยจะเป็นคนรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาทั้งหมด

6.2 ผู้เข้าร่วมงานวิจัยอาจมีอาการปวดหรือระบมกล้ามเนื้อหลังจากการการทดสอบหรือออกกำลังกาย ผู้วิจัยซึ่งเป็นนักกายภาพบำบัดจะให้การดูแลอย่างทันท่วงที โดยจัดเตรียมอุปกรณ์การรักษาเบื้องต้นได้แก่ อุปกรณ์ให้ความเย็น อุปกรณ์ทำแผล และยาทาภายนอกเพื่อบรรเทาอาการปวด เป็นต้น และแนะนำวิธีการปฏิบัติตนภายหลังจากเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้ง

7. **ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย ทั้งประโยชน์ส่วนบุคคล ส่วนรวม หรือเป็นประโยชน์ทางวิชาการ**

7.1 ประโยชน์ส่วนบุคคล

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยได้ทราบเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย การออกกำลังกล้ามเนื้อกลุ่มที่ด้านการทำงานของข้อไหล่ และยังสามารถนำความรู้พื้นฐานนี้ไปใช้กับการฝึกกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อหลักให้ดียิ่งขึ้นจากการฝึกกล้ามเนื้อกลุ่มที่ด้านการทำงาน

7.2 ประโยชน์ต่อส่วนรวม

เพื่อเป็นแนวทางให้โค้ชหรือนักกีฬา ได้ทราบเกี่ยวกับวิธีการเตรียมความพร้อมร่างกายและผลลัพธ์ของการออกกำลังกล้ามเนื้อกลุ่มที่ด้านการทำงาน และนำข้อมูลไปพัฒนาต่อยอดในการฝึก หรือพัฒนาในงานวิจัยอื่นต่อไป

8. **การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับและไม่มีผลต่อการดูแลรักษาหรือเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ**

9. **หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้ โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่าจะยังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไป**

10. **ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน**

11. **มีการจ่ายค่าชดเชยการเสียเวลา** โดยผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะได้รับค่าเดินทาง ครั้งละ 100 บาท รวมทั้งสิ้น 5 ครั้ง เป็นเงินรวม 500 บาท นอกจากนี้ ยังมีน้ำและอาหารว่างเตรียมให้ระหว่างการทดสอบ

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

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ที่ 039-1/60
รับรองวันที่ 25 ม.ค. 2560
หมดอายุ 24 ม.ค. 2561

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย : ผลฉับพลันของการฝึกกล้ามเนื้อที่ด้านการทำงานด้วยความหนักที่แตกต่างกันที่มีต่อประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหลักที่ทำงาน

ชื่อผู้วิจัย : นางสาว ฐิติมา ตรีโสภณสถาพร

ที่อยู่ที่ติดต่อ : 138 ซอยจันทน์ 43 ถนนจันทน์ แขวงทุ่งวัดดอน เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทรศัพท์ 087-5497062

ข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย **จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว**

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม *ตอบแบบสอบถามการคัดเลือกผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยประมาณ 5 นาที เข้ารับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อกลุ่มด้านการเคลื่อนไหว และการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดด้วยรวมเป็นจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละประมาณ 45 นาที 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกทำลาย*

ข้าพเจ้ามีสิทธิ**ถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้**ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202

E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นางสาว ฐิติมา ตรีโสภณสถาพร)

ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 039.1/60

วันที่รับรอง 25 เม.ย. 2560

วันหมดอายุ 24 เม.ย. 2561

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล: ฐิติมา ตรีโสภณสถาพร

วัน/เดือน/ปี เกิด: วันที่ 14 กันยายน 2531

ภูมิลำเนา: กรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ปัจจุบัน: 138 ซอยจันทน์ 43 ถนนจันทน์ แขวงทุ่งวัดดอน เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

E-mail: mkaa88.tt@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550: สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม

พ.ศ. 2554: สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขากายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2558: เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2556-ปัจจุบัน: นักกายภาพบำบัดประจำคลินิก Physio 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University