ผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

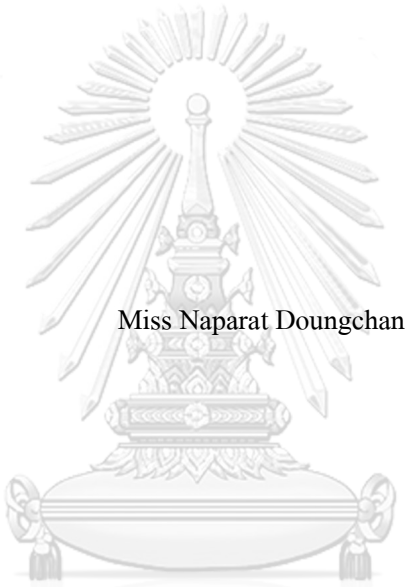
น.ส.นภารัตน์ ดวงจันทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACUTE EFFECTS OF COMBINING FREE WEIGHT AND ELASTIC RESISTANCE DURING LOADED JUMP SQUATS ON PEAK POWER AND ELECTROMYOGRAPHY

Miss Naparat Doungchan



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Sports Science

Common Course

Faculty of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
โดย	น.ส.นภารัตน์ ดวงจันทร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด)

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

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช)

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นภารัตน์ ดวงจันทร์ : ผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ. (ACUTE EFFECTS OF COMBINING FREE WEIGHT AND ELASTIC RESISTANCE DURING LOADED JUMP SQUATS ON PEAK POWER AND ELECTROMYOGRAPHY) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.สุทธิกร อาภานุกูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของรูปแบบที่แตกต่างกันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาใน นิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุเฉลี่ย 23.54 ± 1.71 ปี จำนวน 13 คน โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ทำการทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็มจากฟรีเวท ด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่รูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 โดยทำการกระโดด 6 ครั้ง พักระหว่างครั้ง 20 วินาที การทดสอบแต่ละรูปแบบจะห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชม. และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ กำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

1. รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดมากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบแบกน้ำหนักกระโดดที่ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็มจากฟรีเวท ด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่รูปแบบ 50:50 สามารถพัฒนาพลังสูงสุดได้ดีกว่ารูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

6078327939 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORD: Combining free weight and elastic resistance, Loaded jump squats, Peak power, Electromyography

Naparat Doungchan : ACUTE EFFECTS OF COMBINING FREE WEIGHT AND ELASTIC RESISTANCE DURING LOADED JUMP SQUATS ON PEAK POWER AND ELECTROMYOGRAPHY. Advisor: Suttikorn Apanukul, Ph.D.

Purpose: The purpose of this study was to investigate and to compare acute effects of combining free weight and elastic resistance during loaded jump squats on peak power and electromyography.

Method: Thirteen male students by purposive sampling from Faculty of sports science, Chulalongkorn university. The average value of age 23.54 ± 1.71 years. Test of difference of combining free weight and elastic resistance at 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, and 50:50 during loaded jump squats at 30 percent of 1RM, with 20 second rest interval between 6 repetitions of loaded jump squat. A counterbalance experimental design was used for various combining free weight and elastic resistance. Each experiment was conducted after 48 hours of the experiment. The data were analyzed by using mean, standard deviation and located the difference by using one-way of variance with repeated measures. The significant was set at $p < .05$.

Results: 1. The average value of peak power of combining free weight and elastic resistance at 50:50 was significantly higher than combining free weight and elastic resistance at 90:10, 80:20, 70:30, and 60:40 was significant at .05.

2. The average value of rectus femoris, vastus medialis, gastrocnemius medialis, and tibialis anterior electromyography with combining free weight and elastic resistance at 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 was no significant at .05.

Conclusion: The combining free weight and elastic resistance at 50:50 during loaded jump squats at 30 percent of 1RM can be used to enhance peak power better than the combining free weight and elastic resistance at 90:10, 80:20,70:30 and 60:40.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด อาจารย์ ดร.นงนภัส เจริญพานิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ซึ่งช่วยให้คำแนะนำดูแลเอาใจใส่ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัยในครั้งนี้ด้วยดีตลอดระยะที่ผู้วิจัยขอคำปรึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร และอาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย ที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณ ศูนย์ทดสอบวิจัยวัสดุอุปกรณ์ทางกีฬา (TRECS) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและสถานที่

และที่สำคัญ ขอขอบคุณผู้มีส่วนช่วยในด้านต่าง ๆ ตลอดจนกำลังใจจากเพื่อน ๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นห่วงเป็นใย ตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่

ด้วยคุณและความดีและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ อีกทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอน ตลอดจนสนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

นภารัตน์ ดวงจันทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญแผนภูมิ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ปัญหาในการวิจัย 3

สมมติฐานงานวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 4

คำจำกัดความของงานวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกล้ามเนื้อ 8

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา 9

ลักษณะของท่าฝึกยกน้ำหนัก (Characteristics of weight lifting exercises) 11

รูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะฝึกด้วยอุปกรณ์แรงต้านอิสระ (Free weight) 12

แรงต้านจากยางยืด 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืดผสมกับแรงต้านจากอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท (Combining elastic resistance and free weight resistance training) 20
ความแข็งแรง (Strength) 23
กฎของนิวตัน (Newton's Laws) กับการยกน้ำหนัก 25
ระบบพลังงานที่ใช้ในการฝึกที่ใช้เวลาสั้นๆ และมีความหนักสูง 26
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ 26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32
งานวิจัยภายในประเทศ 32
งานวิจัยต่างประเทศ 39
กรอบแนวคิดในการวิจัย 46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 47
กลุ่มตัวอย่าง 47
ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล 48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 54
การวิเคราะห์ข้อมูล 55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 56
ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย 57
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด 58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 67
สรุปผลการวิจัย 67
ผลการวิจัยพบว่า 67
สรุปผลการวิจัย 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 70
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป 70
บรรณานุกรม 71
ภาคผนวก 79
ภาคผนวก ก แบบสอบถามข้อมูลของผู้ร่วมทดสอบ 80
ภาคผนวก ข แบบบันทึกผลการทดสอบ 81
ภาคผนวก ค รูปแบบการวิจัยแบบถ่วงดุลลำดับ (Counter balancing design) 83
ภาคผนวก ง การทดสอบหาความแข็งแรงสูงสุด (1RM) 84
ภาคผนวก จ การทดสอบพลังสูงสุด 85
ภาคผนวก ฉ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) 91
ภาคผนวก ซ การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดด(Jump Squats with Combining free weight and elastic resistance) 101
ภาคผนวก ฌ การทดสอบหาความถนัดของขา 104
ภาคผนวก ญ ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching) 105
ภาคผนวก ฎ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบ 107
ภาคผนวก ฏ เอกสารผ่านการรับพิจารณาจริยธรรมในคน 109
ประวัติผู้เขียน 119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณแรงต้านและความหนักในการออกกำลังกายแรงต้านด้วยยางยืด.....19

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 13 คน.....57

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด 58

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของพลังสูงสุดของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยใช้วิธีการของ LSD 59

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเร็วสูงสุดของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยใช้วิธีการของ LSD.....60

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด.....61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50.....62

แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50.....63

แผนภูมิที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50.....64

แผนภูมิที่ 4 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50.....65

แผนภูมิที่ 5 แผนภูมิแสดงคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus Femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด.....66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสามารถทำได้หลายวิธี การแบกน้ำหนักกระโดด (Loaded jump squat) เป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้นักกีฬาสามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อออกมาได้มากที่สุด เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวด้วยอัตราความเร็วสูงและมีการเร่งความเร็วตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Wilson, Newton, Merphy, & Humphries, 1993) ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬาได้ การเคลื่อนไหวท่าแบกน้ำหนักย่อกระโดดแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsive phase) และช่วงการลงสู่พื้น (Landing phase) (Hori, Newton, Andrews, Kawamori, McGuigan, & Nosaka, 2008) จากการศึกษาเกี่ยวกับความหนักที่เหมาะสมสำหรับการแบกน้ำหนักกระโดด เพื่อให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดจะกำหนดความหนักเปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นความหนักที่ทำให้นักกีฬาสามารถแสดงพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ดีที่สุด (Thomas, Kraemer, Spiering, Volek, Anderson, & Maresh, 2007; Moritani, Muro, Ishida, & Taguchi, 1987; Wilson et al., 1993; Kaneko, Fuchimoto, Tojil, & Suei, 1983) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบความหนักที่ใช้ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยเปรียบเทียบระหว่างความหนักที่มาก (80 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม) กับความหนักที่น้อย (30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม) พบว่าการใช้ความหนักน้อยส่งผลให้กล้ามเนื้อมีการเพิ่มขึ้นได้ดีกว่าการใช้ความหนักมาก รวมทั้งยังสามารถเพิ่มความสูงในการกระโดดได้ (Thomas et al., 2007; McBride, Triplett-McBride, Davie, & Newton, 2002; Wilson et al., 1993; Moritani et al., 1987; Kaneko et al., 1983)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแบกน้ำหนักกระโดด (Loaded jump squat) เป็นทักษะหนึ่งที่ทำให้กล้ามเนื้อขามัดต่าง ๆ ทำงานต่อเนื่องกัน โดยกล้ามเนื้อเริ่มทำงานหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) จนกระทั่งสุดความยาวทำให้เกิดสภาพตึงตัวสูงสุดและสะสมพลังระเบิดที่มีลักษณะเป็นความแข็งแรง ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric contraction) แบบทันทีทันใด (Umberger, 1998) การแบกน้ำหนักกระโดดต้องอาศัยความสามารถของกล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงในการปลดปล่อยพลังระเบิด (Explosive strength) ออกมา (Yessis, 2000) เมื่อให้นักกีฬาฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยท่าแบกน้ำหนักกระโดด พบว่าเมื่อออกแรงยกน้ำหนักผ่านไปในช่วงเวลาหนึ่ง แรงที่ใช้ในการยกจะไม่เท่ากันตลอดช่วงการยก ถ้าทำการยกแบบต่อเนื่องติดต่อกันเห็นได้ว่าแรงที่ใช้ในการยกน้ำหนักในครั้งแรกและครั้งสุดท้ายจะมีแรงที่มากระทำต่อน้ำหนักไม่เท่ากันตลอดช่วงเคลื่อนไหว

ปัจจุบันผู้ฝึกสอนกีฬาได้พยายามค้นหารูปแบบการฝึกใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงและความสามารถในขณะแข่งขัน (Performance) ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการฝึกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับให้เป็นการฝึกที่ใช้กันทั่วโลก นั้นคือการนำยางยืด (Elastic resistance bands) มาติดกับอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท (Free weight) (Baker & Newton, 2005; Findley, 2004; Heinecke, Jovick, Cooper, & Wicehert, 2004; Warpera, 2002; Simmons, 1999) การใช้แรงต้านจากยางยืดผสมกับแรงต้านจากอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท คือ การใช้ยางยืดผูกติดไว้กับบาร์เบลเป็นผลให้เกิดความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกยกน้ำหนักด้วยแรงต้านจากบาร์เบลเพียงอย่างเดียว เพราะแรงต้านของน้ำหนักจากภายนอกที่ใช้ในการยกจะคงที่ (Dynamic constant external resistance) แต่กล้ามเนื้อจะออกแรงไม่คงที่ เพราะการออกแรงของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับมุมของการเคลื่อนไหว (Fleck & Kraemer, 2004; Harman, Baechle, & Earle, 2000) การผูกยางยืดติดกับบาร์เบลจะให้แรงต้านแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้ (Variable resistance) เมื่อทำการยกบาร์เบลให้สูงขึ้นแรงต้านจากยางยืดก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามระยะทางที่ยางยืดถูกดึงออกไป เพราะฉะนั้นนี่เป็นเหตุผลสำคัญที่ได้มีนำแรงต้านจากยางยืดผสมกับแรงต้านจากฟรีเวท เพื่อลดข้อด้อยของการใช้แรงต้านจากฟรีเวทเพียงอย่างเดียว การเพิ่มแรงต้านของยางยืดช่วยเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้ในช่วงท้ายของการยกกล้ามเนื้อจะหดตัว เมื่อเส้นใยกล้ามเนื้อถูกระดมมาใช้เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้กล้ามเนื้อมีการออกแรงในการยกมากขึ้นตาม (Stoppani & Velazquez, 2010; Baker & Newton, 2005; Findley, 2004; Heinecke et al., 2004; Warpeha, 2002; Simmons, 1999)

จากการศึกษาวิจัยหลายๆ งาน พบว่า การทดสอบและการฝึกด้วยการใช้แรงต้านจากบาร์เบลผสมกับแรงต้านจากยางยืดในท่าแบค สควอท (Back squat) และเบนซ์ เพรส (Bench press) สามารถทำให้เกิดการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬาได้ดีกว่าการใช้แรงต้านจากบาร์เบลเพียงอย่างเดียว (Bellar, Muller, Barkley, Kim, Ida, Ryan, & Glickman, 2011; Rhea, Kenn, & Dermody, 2009; Wallace, Winchester, & McGuigan, 2006) เช่นเดียวกับ Paditsaeree and others (2016) พบว่ามีการเพิ่มแรงจากยางยืดสามารถเพิ่มพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดได้ เมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของแรงต้านจากยางยืดระหว่าง การเพิ่มยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็มกับแรงต้านจากน้ำหนักอย่าเดียว และการเพิ่มยางยืด 20 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็มกับแรงต้านจากน้ำหนักอย่าเดียว และการเพิ่มแรงต้านจากยางยืด 10 เปอร์เซ็นต์ของ 90 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สามารถเพิ่มพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุดในการทำท่าคลีนพูลล์ การศึกษาของ Bellar and others (2011) พบว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในรูปแบบน้ำหนักต่อยางยืดที่ 85:15 สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการทำท่าเบ็นซ์ เพลส (Bench

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

press) ได้ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด พบว่ากล้ามเนื้อมีการทำงานมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยแรงต้านจากน้ำหนักเพียงอย่างเดียว (Andersen, Fimland, Kolnes, & Saeterbakken, 2015; Israetel, McBride, Nuzzo, Skinner, & Dayne, 2010) สอดคล้องกับ Saeterbakken and others (2016) พบว่าการเพิ่มของแรงต้านด้วยยางยืดในขณะทำท่าสควอทจะส่งผลให้กล้ามเนื้อมีการทำงานมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าท่าแบกน้ำหนักกระโดดสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Muscle power) ได้ดี ยิ่งนำมาฝึกร่วมกับการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดยิ่งสามารถทำให้เกิดการพัฒนามากยิ่งขึ้น และจากการศึกษาข้างต้นพบว่างานวิจัยให้ผลการศึกษาที่ต่างกันและยังพบข้อขัดแย้งในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษารูปแบบที่แตกต่างกันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดและเป็นทางเลือกในการออกโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันของรูปแบบที่แตกต่างกันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันของรูปแบบที่แตกต่างกันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปัญหาในการวิจัย

การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานงานวิจัย

การแบกน้ำหนักกระโดด ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด (1RM) โดยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในรูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 จะส่งผลต่อพลังสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองมีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในนิสิต เพศชาย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอายุระหว่าง 18-25 ปี

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น : รูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดโดยแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 90% + แรงต้านจากยางยืด 10%)

รูปแบบที่ 2 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 80% + แรงต้านจากยางยืด 20%)

รูปแบบที่ 3 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 70% + แรงต้านจากยางยืด 30%)

รูปแบบที่ 4 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 60% + แรงต้านจากยางยืด 40%)

รูปแบบที่ 5 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 50% + แรงต้านจากยางยืด 50%)

ตัวแปรตาม :

พลังสูงสุด (Peak power)

- แรงสูงสุด (Peak force)
- ความเร็วสูงสุด (Peak velocity)

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography)

ระยะเวลา

การศึกษาครั้งนี้ ใช้เวลา 3 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง) ในช่วงเวลา 14.00-17.00 น. ถ้าผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมวิจัยได้ตามวันที่กำหนด ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถมาชดเชยได้ นอกเหนือจากวันที่กำหนด โดยมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง

สถานที่

ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำจำกัดความของงานวิจัย

การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด (Combining free weight and elastic resistance) หมายถึง การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทกับแรงต้านจากยางยืดในลักษณะห่วง (Loop) ผสมผสานกันในรูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 เพื่อใช้เป็นแรงต้าน ในการวิจัยครั้งนี้ยางยืดจะถูกยึดไว้กับปลายของจากโอลิมปิกบาร์เบล (Olympic barbell) และถ่วงยางยืดด้วยดัมเบลทั้ง 2 ข้าง เพื่อให้ยางยืดอยู่กับที่

ท่าแบกน้ำหนักกระโดด (Loaded jump squat) หมายถึง วิธีการฝึกโดยการแบกน้ำหนักไว้บนบ่า จากนั้นออกแรงกระโดดให้สูงที่สุดและเร็วที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุดด้วยการย่อเข่าทำมุม 110 องศา

ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase) หมายถึง ช่วงการพยายามออกแรงกระโดดให้ตัวลอยจากพื้นสูงสุด ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อจะเป็นการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดจุดเริ่มต้นของช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้นเป็นตำแหน่งที่เริ่มมีค่าความเร็วเป็นค่าบวก และกำหนดจุดสิ้นสุดช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้นเป็นตำแหน่งสุดท้าย

พลังสูงสุด (Peak power) หมายถึง ค่าของผลคูณระหว่างแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากพื้นกับความเร็วของบาร์เบล ณ ช่วงเวลาเดียวกันที่ทำให้เกิดค่าสูงสุด ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาพลังสูงสุดในขณะแบกน้ำหนักกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase) จากเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT 700 Power system) ที่เชื่อมกับโปรแกรม Ballistic measurement system มีหน่วยเป็นวัตต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แรงสูงสุด (Peak force) หมายถึง แรงปฏิกิริยาสูงสุดในแนวดิ่งจากพื้นที่เกิดขึ้นจากการออกแรงเหยียดข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าลงบนแผ่นตรวจจับแรงกระแทก (Force plate) ที่อยู่ในเครื่อง FT 700 Power system ณ ช่วงเวลาที่เกิดพลังสูงสุด ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาแรงสูงสุดในขณะแบกน้ำหนักกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase) มีหน่วยเป็นนิวตัน

ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงทำให้บาร์เบลเกิดการเคลื่อนที่จากท่าเริ่มต้นของการออกแรงเหยียดข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้ากระโดดขึ้นในแนวดิ่งจนถึงจุดสูงสุด ณ ช่วงเวลาที่เกิดพลังสูงสุด ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาความเร็วสูงสุดในขณะแบกน้ำหนักกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase) มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) หมายถึง อัตราส่วนของความต่างศักย์ของกระแสประสาทสั่งการ (Motor Unit Action Potential: MUAP) ที่ผ่านใต้ขั้วรับสัญญานไฟฟ้า (Electrpde) ที่วางไว้บนกล้ามเนื้อกลุ่มเป้าหมาย เทียบกับความต่างศักย์ของกระแสประสาทสั่งการใต้ขั้วรับสัญญานขณะที่กล้ามเนื้อเป้าหมายมัดนั้นถูกสั่งการให้เกร็งตัวเต็มที่ (Maximum Voluntary Contraction: MVC) ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่รูปแบบแตกต่างกันในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
2. เพื่อเป็นทางเลือกในประยุกต์ใช้ในการออกโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าวิจัย ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกล้ามเนื้อ
2. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา
3. ลักษณะของท่ายกน้ำหนัก
4. รูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะฝึกด้วยอุปกรณ์แรงต้านอิสระ (Free weight)
5. แรงต้านจากยางยืด
6. แรงต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable resistance)
7. การฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืดผสมกับแรงต้านจากอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท
8. พลังกล้ามเนื้อ
9. ความแข็งแรง
10. กฎของนิวตัน (Newton's Laws) กับการยกน้ำหนัก
11. ระบบพลังงานที่ใช้ในการฝึกที่ใช้เวลาสั้นๆ และมีความหนักสูง
    - ระบบพลังงานเอทีพี และซีพี
    - ระบบพลังงานแอนแอโรบิค ไกลโคไลซิส
12. คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
13. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - งานวิจัยในประเทศ
    - งานวิจัยต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกล้ามเนื้อ

ชนิดการทำงานของกล้ามเนื้อ

การทำงานของกล้ามเนื้อเป็น 3 ชนิดดังนี้ (Bompa, 1999)

1. การทำงานแบบไอโซโทนิก (Isotonic) โดย “Iso” มาจากคำว่า “Isos” แปลว่า เท่ากัน (Equal) และ “Tonic” มาจากคำว่า “Tonikos” แปลว่า ความตึง (Tension) ดังนั้นไอโซโทนิกจึงหมายถึง ความตึงตัวที่เท่ากัน (Equal tension) ซึ่งเป็นความตึงของน้ำหนักภายนอกที่เท่ากันหรือคงที่ตลอดมุมของการเคลื่อนไหว (Range of motion) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1.1 การทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น (Concentric contraction) มาจากภาษาลาติน คือ Com-+ Centrum ซึ่งแปลว่า มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน ดังนั้นการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นจึงหมายถึงการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่ความยาวกล้ามเนื้อมีการหดตัวสั้นลง ซึ่งจะทำให้มีการเกิดงานที่เป็นบวกในทางฟิสิกส์ เช่น การทำท่างอข้อศอก (Biceps curl) ในจังหวะที่มีการยกน้ำหนักเข้าหาตัว

1.2 การทำงานของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออก (Eccentric contraction) หมายถึงการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่ความยาวกล้ามเนื้อมีการเหยียดตัวออก การหดตัวแบบนี้จะเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อในทางตรงกันข้ามกับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น ซึ่งจะทำให้เกิดงานทางลบในทางฟิสิกส์ เช่น การทำท่างอข้อศอก (Biceps curl) ในจังหวะที่มีการยกน้ำหนักออกจากตัวเป็นผลให้ความยาวของกล้ามเนื้อกลับสู่ความยาวตอนเริ่มต้นอีกครั้งและทำให้มุมของข้อศอกเพิ่มมากขึ้น

2. การทำงานแบบไอโซเมตริก (Isometric muscle action) โดย “Iso” มาจากคำว่า “Isos” แปลว่า เท่ากัน (Equal) และ“Metric” มาจากคำว่า “Meter” ซึ่งหมายถึงเมตรที่เป็นหน่วยของการวัดความยาว ดังนั้นจึงบอกได้ว่าการทำงานแบบไอโซเมตริก หมายถึง การออกแรงต้านกับวัตถุที่อยู่นิ่งซึ่งจะทำให้เกิดความตึงที่สูงในกล้ามเนื้อโดยความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง หรือหมายถึงการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยที่ความยาวคงที่ แต่ความตึงเปลี่ยนไปการทำงานของกล้ามเนื้อแบบนี้จะไม่มีการเปลี่ยนมุมของข้อต่อและไม่มีงานเกิดขึ้นในทางฟิสิกส์ เนื่องจากไม่มีระยะทางจากการเคลื่อนไหวเข้ามาเกี่ยวข้อง

3. การทำงานแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction) โดย “Iso” มาจากคำว่า “Isos” แปลว่า เท่ากัน (Equal) และ “Kinetic” แปลว่าการเคลื่อนไหวรวมกันเป็นการเคลื่อนไหวเท่ากัน ดังนั้นจึงหมายถึงการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนไหว การทำงานของกล้ามเนื้อแบบไอโซคิเนติกจะต้องอาศัยเครื่องมือที่สามารถปรับความเร็วของการเคลื่อนไหวได้เท่ากันตลอดมุมของการเคลื่อนไหว โดยในขณะที่เคลื่อนไหวนั้นทั้งการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น และการทำงานของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออกจะเกิดแรงต้านที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เท่ากัน นอกจากนี้การฝึกชนิดนี้จะทำให้กล้ามเนื้อออกแรงได้สูงสุดตลอดทั้งการเคลื่อนไหว ซึ่งการฝึกแบบอื่นทำไม่ได้

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

Weineck (1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนไหวบริเวณข้อต่อต่าง ๆของขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อ Gluteus maximus
- กล้ามเนื้อ Adductor magnus
- กล้ามเนื้อ Semimembranosus
- กล้ามเนื้อ Semitendinosus
- กล้ามเนื้อ Gluteus medius
- กล้ามเนื้อ Quadratus femoris

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า

- กล้ามเนื้อ Quadriceps femoris
- กล้ามเนื้อ Tensor fasciae latae

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

- กล้ามเนื้อ Gastrocnemius
- กล้ามเนื้อ Soleus
- กล้ามเนื้อ Flexor hullucis longus
- กล้ามเนื้อ Flexor digitorum longus
- กล้ามเนื้อ Tibialis posterior
- กล้ามเนื้อ Peroneus longus
- กล้ามเนื้อ Peroneus brevis

Weineck (1990) ได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่าในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกมีกล้ามเนื้อGluteus maximus เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกายมีหน้าที่หลักคือการเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัวในขณะวิ่งและในขณะหยุดในกลุ่มกล้ามเนื้อ Quadratus femoris เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุดมีหน้าที่เหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Vastus lateralis และกล้ามเนื้อ Vastus intermedius โดยที่กล้ามเนื้อ Rectus femoris ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เป็นส่วนใหญ่ และนอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้วยังทำหน้าที่เหยียดสะโพกอีกด้วย ส่วนใหญ่กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้นมีกล้ามเนื้อ Gastrocnemius เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่มีหน้าที่หลัก คือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกส้นเท้าให้พ้นพื้น ได้แก่ ในขณะวิ่ง และในขณะกระโดด

จากข้อสรุปของ Weineck (1990) จะเห็นได้ว่าในการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดด การเคลื่อนที่ และหยุด จะต้องพัฒนากล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรง และสมรรถภาพของกล้ามเนื้อเหล่านี้จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานได้

พลังกล้ามเนื้อขาทั้งหมดที่ใช้ในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งนั้นมาจาก

- กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก 40%
- กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 24.2%
- กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า 35.8%

ดังนั้นจึงเป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสมกับท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกและกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

Umberger (1998) ได้สรุปกายวิภาคของขาที่แสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงสองประการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการทำงานโดยใช้พลังกล้ามเนื้อขา

1. กล้ามเนื้อของขาหลายมัดที่ทอดข้ามข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อ ซึ่งมีกล้ามเนื้อที่สำคัญ ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Gastrocnemius กล้ามเนื้อ Hamstring ซึ่งประกอบด้วย กล้ามเนื้อ Semimembranosus กล้ามเนื้อ Semitendinosus และกล้ามเนื้อ Biceps femoris

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. น้ำหนักส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ใกล้กับลำตัวซึ่งก็คือ สะโพก น้ำหนักส่วนน้อยของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวซึ่งก็คือ เข่ากับข้อเท้า ดังนั้นในการทำงานของขาจึงมีการถ่ายโยงพลังจากกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณสะโพกไปยังกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณเข่าและข้อเท้า เพื่อเป็นการชดเชยลักษณะทางกายวิภาคที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามธรรมชาติ ให้กล้ามเนื้อบริเวณข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวนั้นมีน้ำหนักน้อย ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น กล้ามเนื้อขามัดต่าง ๆจะทำงานต่อเนื่องกัน เริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าตามลำดับจนกว่าเท่าจะพ้นพื้น ซึ่งกล้ามเนื้อดังกล่าวจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric Contraction) ก่อนจะหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric Contraction) อย่างรวดเร็ว กล้ามเนื้อ Rectus femoris ทอดข้ามข้อสะโพกและเข่าทางด้านหน้า มีหน้าที่งอสะโพกและ

เหยียดหัวเข่า กล้ามเนื้อ Hamstring ทอดข้ามสะโพกและเข่าผ่านทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดสะโพกและงอเข่า กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ทอดข้ามเข่าและข้อเท้าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้า

ในขณะที่เริ่มต้นออกแรงเพื่อที่จะกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น กล้ามเนื้อ Rectus femoris จะออกแรงเพื่อเหยียดเข่า แต่เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อจึงมีการออกแรงเพื่องอสะโพกในเวลาเดียวกัน ส่วนกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์จะออกแรงเพื่อเหยียดสะโพกก็จะมีการออกแรงเพื่องอเข่าในเวลาเดียวกัน การทำงานเช่นนี้เป็นไปในลักษณะที่ปลายข้างหนึ่งของกล้ามเนื้อมีความยาวเพิ่มขึ้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีความยาวลดลง ดังนั้นกล้ามเนื้อ Rectus femoris และกล้ามเนื้อ Hamstring จะทำงานด้วยความเร็วต่ำจึงเกิดแรงมาก และสามารถถ่ายโยงไปยังเข่าได้ ส่วนกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อเช่นเดียวกัน ก็จะมีการถ่ายโยงแรงไปยังข้อเท้าด้วย จากการวิเคราะห์ตามหลักชีวกลศาสตร์พบว่าในปริมาณพลังกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดเข่านั้น ได้รับการถ่ายโยงมาจากข้อสะโพก โดยผ่านกล้ามเนื้อ Rectus femoris เป็นปริมาณ 21% และในปริมาณพลังกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดข้อเท้านั้น ได้รับการถ่ายโยงมากจากเข่าโดยผ่านกล้ามเนื้อ Gastrocnemius เป็นปริมาณ 25%

นอกจากนั้น Umberger (1998) ได้เสนอแนะว่าการที่จะวัดพลังกล้ามเนื้อที่ข้อต่อแต่ละข้อนั้นคงจะไม่ถูกต้องถ้าใช้การวัดโดยให้ข้อต่อแต่ละข้อทำงานเป็นอิสระต่อกัน และให้แนวคิดที่น่าเชื่อถือว่าวิธีการฝึกที่จะนำมาใช้นั้นจะต้องเลียนแบบหรือเหมือนกับกิจกรรมที่จะกระทำจริง ๆ ซึ่งถ้าจะพัฒนาความสามารถในการกระโดดขึ้นไปแนวดิ่ง ก็จะต้องใช้ท่าฝึกที่ใช้กล้ามเนื้อขามัดต่าง ๆทำงานต่อเนื่องกันตามลำดับ ได้แก่ ท่าเพาเวอร์คลีน ท่าเพาเวอร์ สแนทช์ ท่าแฮงค์คลีน หรือพลัยโอเมตริก (Heyward, 1988)

Heyward (1988) ได้เสนอแนะว่าในการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซคิเนติกของกล้ามเนื้อสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้น ให้ตั้งความเร็วของตัวหน่วงแรงที่ 30 60 และ 30 องศาต่อวินาทีตามลำดับ

ลักษณะของท่าฝึกยกน้ำหนัก (Characteristics of weight lifting exercises)

ในช่วงการดึงขึ้น (The pull phase) ของท่าคลีน และ ท่าสแนทช์ รวมไปถึงช่วงไดลว์ (The drive phase) ของท่าเจอร์ค (Jerk) จะมีการเหยียดของข้อสะโพก หัวเข่า และข้อเท้า เพื่อออกแรงดันกับพื้นอย่างเร็ว และแรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ (Garhammer & Gregor, 1992) เป็นผลให้บ่อยครั้งเท้าของนักกีฬาลอยขึ้นในอากาศ และจะกลับลงมาตำแหน่งเดิมเพื่อรับบาร์เบล (Schilling et al., 2002) ในขณะที่มวลทั้งระบบ คือนักกีฬาและบาร์เบลถูกลอยพุ่งขึ้นในอากาศ พลังงานจลน์ (Kinetic energy) ซึ่งเป็นพลังงานของวัตถุขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ ซึ่งพลังงานนี้จะถูกลดลงด้วยอิทธิพลของแรง

โน้มถ่วงไม่ใช้เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้าม (Antagonist muscle group) (Newton, Kraemer, Hakkinen, Humphries, & Murphy, 1996) เพราะฉะนั้นท่าฝึกยกน้ำหนักจึงถูกพิจารณาให้มีลักษณะคล้ายการฝึกแบบบอลลิสติค (The ballistic exercises) เช่น ท่าเวททิด จัมพ์ สควอท (The weighted jump squat) ที่นักกีฬาจะต้องออกแรงสูงสุดเพื่อเร่งความเร็วดันบาร์เบลขึ้น โดยไม่ต้องออกแรงต้านเพื่อหยุดการเคลื่อนไหว หรือไม่ต้องทำให้เกิดความหน่วงโดยใช้กล้ามเนื้อที่ทำงานตรงข้าม (Newton & Kraemer, 1994) นอกจากนี้ทันทีที่เท้ากลับลงมาแตะพื้น กล้ามเนื้อที่ทำงานหลัก (Agonist muscle group) จะทำงานแบบเอ็คเซ็นตริค (Eccentric) ยิ่งไปกว่านั้นจะพบว่าในท่าฝึกทั้ง 2 รูปแบบ ถึงแม้ว่ากลไกในการลดแรงกระแทกจะสำคัญเหมือนกัน แต่ระยะของจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity; COG) ของนักกีฬาจะเท่ากับ 0.09 - 0.18 เมตร ในการยกท่าฝึกยกน้ำหนัก (Garhammer, 1993) ซึ่งน้อยกว่าในการฝึกท่าเวททิด จัมพ์ สควอท

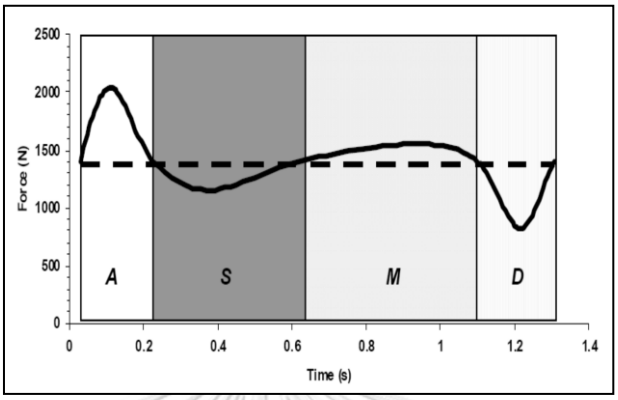
รูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะฝึกด้วยอุปกรณ์แรงต้านอิสระ (Free weight)

รูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะยกบาร์เบลขึ้นจากอกในท่าฝึกเบ็นช์ เพรส (Bench press) และท่าสควอท (Squat)

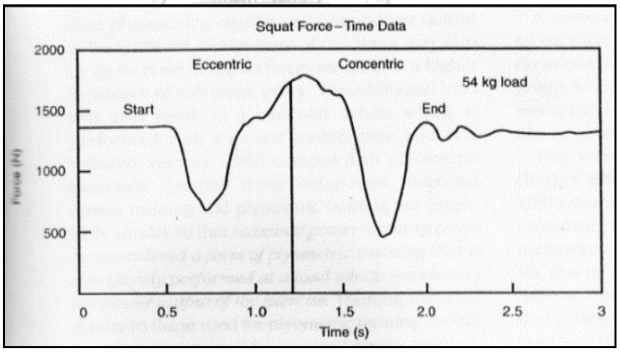
Lander and others (1985) ได้กล่าวว่ารูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะยกบาร์เบลขึ้นจากอกในท่าฝึกเบ็นช์ เพรสด้วยความหนัก 90% ของความแข็งแรงสูงสุด (1 Repetition Maximum, RM) จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ช่วง (รูปที่ 1) ซึ่งช่วงแรกจะเรียกว่าช่วงความเร่ง (The acceleration phase) ซึ่งช่วงนี้จะใช้เวลาทั้งหมด 16 % แรกของเวลาทั้งหมดในช่วงคอนเซ็นตริก (Concentric) และพบว่าจะมีการเกิดแรงสูงสุดในช่วงนี้ที่เวลา 5 % แรกของเวลาทั้งหมด ช่วงที่ 2 ที่จะตามมาคือ ช่วงที่แรงที่ใช้ในการออกแรงยกจะน้อยกว่าแรงต้านของบาร์เบล และใช้เวลาต่อจากช่วงแรกคือ 16% จนถึง 42% ของเวลาทั้งหมดในช่วงคอนเซ็นตริก ช่วงนี้จะถูกเรียกว่าช่วงสติคกิ้ง (Sticking region) เนื่องจากแรงที่ใช้ในการยกน้อยกว่าน้ำหนักของบาร์เบลจึงทำให้สูญเสียความเร็วในการดันขึ้น และช่วงต่อมาคือจะใช้เวลาตั้งแต่ 42% จนถึง 82% ของเวลาทั้งหมด โดยจะพบว่าในช่วงนี้จะเป็นอีกครั้งหนึ่งที่แรงที่ใช้ในการยกจะมากกว่าน้ำหนักของบาร์เบล และเรียกช่วงที่ 3 นี้ว่าช่วงของความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength region) ต่อมาคือช่วงสุดท้ายที่จะใช้เวลา 18 % สุดท้ายของเวลาทั้งหมด โดยเรียกช่วงนี้ว่า ช่วงความหน่วง (The deceleration phase) ซึ่งจะพบว่าในช่วงนี้จะเป็นอีกครั้งหนึ่งที่แรงที่ใช้ในการยกจะน้อยกว่าน้ำหนักของบาร์เบล นอกจากนี้รูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะยกบาร์เบลขึ้นจากอกในท่าฝึกเบ็นช์ เพรส ซึ่งมีลักษณะเดียวกับรูปแบบของแรงในแนวดิ่งขณะยกบาร์เบลขึ้นในท่าฝึกสควอทด้วยความหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุด (รูปที่ 2) ที่จะเกิดแรงที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มากในตอนแรกที่ยก แต่เมื่อมีโมเมนตัม (Momentum) เกิดขึ้นแล้ว การออกแรงตลอดมุมการเคลื่อนไหวที่เหลือจะเกิดขึ้นน้อย และจะเกิดช่วงของการหน่วง (Deceleration) ในช่วงท้ายของการยกเพื่อหยุดน้ำหนักไว้ นั้นจึงหมายถึงว่าระดับของแรงที่สูงจะเกิดเพียงเล็กน้อยของมุมการเคลื่อนไหว (Wilson, 1994)



รูปที่ 1 แสดงกราฟของแรงในแนวดิ่งขณะยกบาร์เบลขึ้นจากอกในท่าฝึกเบ็นช์ เพรส โดย A คือ Acceleration phase; S คือ Sticking Region; M คือ Maximum strength region และ D คือ Deceleration Phase (Lander et al., 1985)



รูปที่ 2 แสดงกราฟของแรงในแนวดิ่งขณะทำท่าสควอทด้วยความหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุด (Wilson, 1994)

จากกฎพื้นฐานทางฟิสิกส์บางข้อทำให้การฝึกด้วยแผ่นน้ำหนักมีการเปลี่ยนแปลงกล่าวคือ ถ้ามีการฝึกยกด้วยแผ่นน้ำหนักโดยใช้ความเร็วไม่มากหรือความเร็วคงที่นั้น น้ำหนักที่ใช้ฝึกจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้ามีความเร็วเพิ่มมากขึ้นน้ำหนักที่ใช้ฝึกนั้นจะเปลี่ยนไปกล่าวคือ ขณะที่เริ่มยกขึ้นจะรู้สึกหนักมาก เมื่อเพิ่มความเร็วขึ้นก็จะรู้สึกเบาขึ้นเหมือนน้ำหนักที่เคยยกปกติ เมื่อลดความเร็วลงจนหยุดจะรู้สึกว่าน้ำหนักเบาลงซึ่งเราสามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน แม้ว่าในความเป็นจริงน้ำหนักไม่มีการเปลี่ยนแปลง แม้ว่าแรงจะพยายามอย่างมากในการเปลี่ยนแปลง

น้ำหนักเหมือนกันกับการยกคานเหล็กหรือแผ่นเหล็กขึ้น แรงพยายามจะทำให้เรายกคานเหล็กและแผ่นเหล็กขึ้นในทิศทางเดิม เพราะความเร่งในการยกคานและแผ่นเหล็กนั้นกำหนดโดยผู้ยกเอง

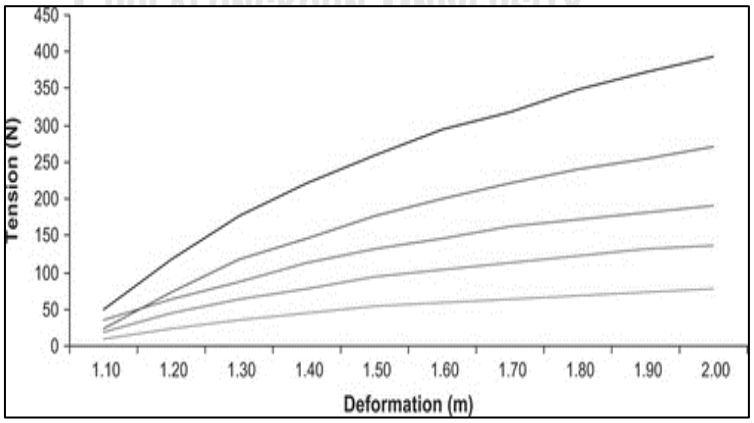
พื้นฐานทางทฤษฎีที่มาจากกฎของนิวตันที่ว่า แรงเท่ากับมวลคูณความเร่ง ($F = m \times a$) (ความเร่ง คือ การเปลี่ยนแปลงความเร็ว)

ความเร่ง คือ การเปลี่ยนแปลงแปลงความเร็วในขณะเคลื่อนที่เพื่อให้ไปถึงความเร็วสูงสุด ความเร่งมีความสำคัญอย่างมาก ตัวอย่างจากสูตรการคำนวณแสดงให้เห็นว่ามวลมากจะทำให้แรงที่เกิดขึ้นมากขึ้นด้วย แต่ก็ขึ้นอยู่กับความเร็วและความเร่งด้วย ซึ่งไม่สามารถใช้ได้กับการยกน้ำหนักขึ้นด้วยความเร่ง เนื่องจากแรงจะเท่ากับหรือมากกว่าน้ำหนักที่ยกในช่วงแรก ตัวอย่างเช่น นักทุ่มน้ำหนักต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการออกแรงในช่วงแรก เพราะว่านักกีฬาต้องใช้ความเร่งที่มากในการทุ่มน้ำหนักจึงทำให้เกิดระยะทางที่มากขึ้นตามไปด้วย กฎของนิวตันเป็นสิ่งที่ท้าทายอย่างมากในการออกแบบเครื่องออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านตั้งแต่ปี 1898 โดย MaxHerz and Nautilus machine ของ Arthur Jones ในปี 1970 เมื่อทำให้ความเร่งเข้าใกล้ศูนย์ได้ สมัยก่อนใช้เหล็กเป็นแรงต้านแต่ Jones ไม่ได้ลดน้ำหนักมวลลง เพราะเขาต้องการปรับความเร่งให้เข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด เพราะฉะนั้นเขาจึงให้ฝึกน้ำหนักด้วยความเร็วที่น้อยเพราะจะทำให้ความเร่งไม่มีผลกับแรง (Corporation, 2011)

แรงต้านจากยางยืด

McMaster and others (2009) กล่าวว่า แรงต้านหรือความตึงของยางยืด (Tension) จะเท่ากับค่าคงที่ของความหนืด (Stiffness constant, k) คูณด้วยระยะที่ถูกยืด (Deformation, d) ดังสมการที่ 1 โดยมีการแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของระยะที่ถูกยืดจะแปรผันตามความตึงของยางยืดในรูปที่ 3

สมการที่ 1 $\underline{\mathbf{T = k \times D}}$



รูปที่ 3 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของระยะที่ถูกยืดจะแปรผันตามความตึงของยางยืด (McMaster, Cronin, & McGuigan, 2009)

เจริญ กระบวนรัตน์ (2550) กล่าวว่า ยางยืดเป็นแนวคิดที่ถูกนำมาประยุกต์ดัดแปลงใช้เป็นอุปกรณ์ออกกำลังกาย เพื่อช่วยพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถพกพาหรือนำติดตัวไปใช้ในการออกกำลังกายนอกสถานที่ นอกจากนี้ยางยืดจะทำให้ช่วยในกระการกระตุ้นระบบประสาทส่วนที่รับความรู้สึก (Sensory nerve) ที่อยู่ในกล้ามเนื้อและข้อต่อให้เกิดการรับรู้และมีการตอบสนองต่อการถูกยืดออก เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อไม่ให้เกิดการเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อและกระดูก อีกทั้งยางยืดยังสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการออกกำลังกายประเภทแรงต้าน (Resistance) ที่ช่วยในการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้มากมายหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการช่วยบำบัดรักษาฟื้นฟูและใช้ในการเสริมสร้างสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย ลดไขมันในร่างกายทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงมีความตึงตัวจึงเกิดรูปร่างทรวดทรวงที่กระชับได้รูปแบบสวยงาม และการออกกำลังกายประเภทแรงต้านจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการสะสมแคลเซียมในกระดูกทำให้กระดูกมีความหนาแน่น (Bone density) ป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุน กระดูกบางข้อเสื่อม ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่จัดปรับความต้านทาน หรือความหนักให้เหมาะสมกับตนเองและวัตถุประสงค์จะช่วยให้บุคคลทุกเพศทุกวัยได้รับการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อและกระดูก ช่วยป้องกันและชะลอการเสื่อมสภาพของโครงสร้างร่างกายและระบบต่าง ๆ

การฝึกแรงต้านด้วยยางยืด (Elastic resistance training) สามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้เช่นเดียวกับการออกกำลังกายที่ได้จากเครื่องฝึกออกกำลังกายที่มีราคาแพง และอุปกรณ์การออกกำลังกายเพื่อต้านกับแรงต้านภายนอก ซึ่งปฏิบัติการออกกำลังกายเพียงแค่ 6 สัปดาห์ด้วยยางยืดจะสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้มากถึง 10–30 % ประโยชน์เพิ่มเติมของการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืดประกอบด้วย การเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนและนอกจากนี้ยังช่วยลดไขมันในร่างกายที่จริงแล้ว การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยยางยืดยังสามารถพัฒนาทำให้เกิดความสมดุล ความเร็ว และทำให้การเคลื่อนไหวของร่างกายได้ดีขึ้น (The American college of sports medicine, 2005)

Makaya (2010) ได้กล่าวว่ายางยืดสามารถใช้ในการเคลื่อนที่ของการเตะจริง เพื่อเพิ่มการเคลื่อนไหวและเพิ่มการสร้างแรงระเบิดโดยปราศจากการเพิ่มแรงที่กระทำต่อข้อต่อนี้คือ ข้อได้เปรียบที่สำคัญของผู้ฝึกศิลปะป้องกันตัวที่ได้จากการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืด ซึ่งยางยืดจะรักษาแรงต้านให้คงที่ตลอดการเคลื่อนไหว อีกทั้งการฝึกการเตะโดยใช้ยางยืดยังเป็นการฝึกการทรงตัวและความอ่อนตัวในเวลาเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Stoppani and Velazquez (2010) กล่าวถึงลักษณะที่เหมือนกันระหว่างการฝึกแบบมีแรงต้านระหว่างการใช้ยางยืดกับการใช้อุปกรณ์ฟรีเวท คือ สามารถสร้างแรงต้านในการฝึกซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระตามมุมการเคลื่อนไหว และเปลี่ยนการเคลื่อนไหวได้ตามความเร็วของการเคลื่อนที่ของร่างกาย โดยมีการศึกษาพบว่ากิจกรรมของกล้ามเนื้อและความหนักสูงสุดในกล้ามเนื้อระหว่างการใช้ยางยืดกับการใช้อุปกรณ์ฟรีเวทมีลักษณะที่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามยังมีการกล่าวถึงความแตกต่างของการฝึกแบบมีแรงต้านของการใช้ยางยืดและการใช้อุปกรณ์ฟรีเวทไว้ว่า แรงต้านของยางยืดไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก คือ การเพิ่มขีดความสามารถในการใช้ยางยืดเพื่อเพิ่มแบบแผนการเคลื่อนไหว ซึ่งเลียนแบบกิจวัตรประจำวันและการฝึกแบบเฉพาะเจาะจงของแต่ละกิจกรรม เพราะแรงต้านของอุปกรณ์ฟรีเวทจะขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก สามารถที่จะมีแรงต้านได้ในแนวดิ่งเท่านั้น

Stevenson and others (2010) กล่าวว่ายางยืดนิยมใช้ในการฝึกความแข็งแรงและใช้ในการฝึกแรงต้านซึ่งเหมาะสมการออกกำลังกายแบบเอ็คเซ็นตริก การนำยางยืดมาใช้ในการฝึกความแข็งแรงเนื่องจากเป็นการสร้างความเร็วตลอดช่วงที่กล้ามเนื้อเพิ่มความยาวขึ้น (Eccentric phase) สามารถแสดงผลของวงจรเหยียด-สั้น (Stretch-shortening cycle) ที่ดีขึ้น โดยวงจรเหยียด-สั้น คือ ส่วนประกอบที่แท้จริงของการเคลื่อนที่ซึ่งประกอบด้วยการเพิ่มความยาวและการหดสั้นของเอ็นและกล้ามเนื้อที่เกิดขณะทำการเคลื่อนไหว ทำให้การเคลื่อนไหวมีความเร็วและสร้างแรงได้มาก

ชีวกลศาสตร์ของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด

Mcmaster and others (2010) อธิบายการเกิดแรงต้านของยางยืดโดยใช้คุณสมบัติการต้านทานการเสียรูปภายใต้แรงกระทำในช่วงยืดหยุ่นของยางยืด (Stiffness properties) เนื่องจากคุณสมบัตินี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด (Stress-strain relationship) ของวัสดุต่าง ๆ ซึ่งอุปกรณ์ยางยืดมีคุณสมบัติการคืนรูป (Elastic resistance property) โดยยางยืดสามารถคืนกลับมาสู่รูปเดิม (ความยาวเดิม) เมื่อปลดแรงกระทำออก ดังนั้นเมื่อนักกีฬาทำการฝึกโดยการยืดยางยืดออก คุณสมบัติการคืนรูปของยางยืดจะพยายามดึงยางยืดให้กลับเข้าสู่ความยาวเดิมทำให้เกิดแรงต้านที่นักกีฬาต้องพยายามเอาชนะแรงนั้นก่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

การสร้างแรงต้านจากยางยืดมีความสอดคล้องและอธิบายเชิงปริมาณได้โดยแรงสามารถถูกกำหนดโดยการรู้ถึงเปอร์เซ็นต์การยืดตัว ตัวอย่างเช่น ยางยืดสามารถยืดได้ 100% (2 เท่าของความยาวขณะพัก) ยางยืดแต่ละสีจะให้แรงต้านที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแรงของยางยืดขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงร้อยละจากความยาวขณะพัก ซึ่งคำนึงถึงความยาวขณะพักของยางยืด ตัวอย่างเช่น ยาง

ยืดมีความยาว 1 ฟุตก่อนถูกดึงจากนั้นถูกยืดถึง 2 ฟุต (มีการยืดตัว 100%) จะเกิดแรงเท่ากันกับยางยืดอีกชิ้นหนึ่งมีระยะพัก 2 ฟุต ถูกยืดไปถึง 4 ฟุต (การยืดตัว 100%) จะมีความหนักที่เท่ากันในยางยืดสีเดียวกัน

Simoneau et al. (2001) แสดงให้เห็นว่าระยะการจับยางยืดที่มีระยะสั้นจะทำให้เพิ่มแรงต้านเพื่อรักษาชีวกลศาสตร์ที่เหมาะสมในการออกกำลังกายเราควรบันทึกตำแหน่งเดียวกันของผู้ฝึกในขณะที่ทำการฝึก เพื่อนำไปใช้กับสีในระดับต่อไปของยางยืด

การเสียรูปของยางยืด

วัสดุยางยืด (วัสดุที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นแบบยางธรรมชาติ) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของแรงต้านในขณะที่ถูกยืดออก การเกิดแรงต้านโดยการออกกำลังกายโดยใช้ยางยืดง่ายต่อการเปรียบเทียบกับการเคลื่อนไหวของสปริง โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและความยาว สามารถสรุปโดยใช้โครงสร้างของ Robert Hooke (Hooke's law) **" $\underline{F = kx^2}$ "**

เมื่อ F คือ แรง (ในกรณีของสารที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นแบบยางธรรมชาติ) ซึ่งเป็นแรงต้านที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความยาว

K คือ ค่าคงที่ ซึ่งเป็นตัวแทนของ Stiffness ของวัสดุโดยการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุตามกฎของ Robert Hooke (Hooke's law) อธิบายได้ว่าวัตถุจะมีการต้านทานการเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้แรงดึงกลับ"ขนาดของแรงดึงกลับแปรผันตรงกับการเสียรูปของวัตถุ" ดังนั้นสารที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นแบบยางธรรมชาติจะยังคงคุณสมบัติเมื่อถูกยืดออกตามลักษณะของการยืดออกเป็นเส้นตรงโดยมีความเครียดและความเค้นเกิดขึ้นที่ยางในลักษณะเส้นตรง การยืดออกซ้ำ ๆ และการคืนกลับของวัสดุยางยืด คือ วงจรการเสียรูป (Cyclic deformation) ซึ่งเกิดจากความล้าหรือการถูกทำลายที่สะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากการถูกดึงหรือยืดออกซ้ำ ๆ ทำให้ยางยืดสูญเสียแรงต้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Simoneau and others (2001) ได้ศึกษายางยืดลักษณะแผ่น (band) และแบบท่อ (Tube) จะลดแรงต้านลงประมาณ 5%-12% เมื่อถูกยืดออก 100% ของความยาวเดิมครบ 500 ครั้ง

Petterson and others (2001) กล่าวว่ายางยืดจะสามารถสร้างแรงต้านที่คงที่จากการถูกยืดออกได้ถึง 5,700 ครั้ง ซึ่งยางยืดแบบแบนกับแบบท่อควรได้รับ "การถูกยืดก่อน (Pre-stretched)" โดยทำการยืดตัวยางยืดให้ถึงประมาณ 200% จะทำให้ยางยืดมีการตั้งค่าแรงต้านในตัวยางยืดเองและจะทำให้การสร้างแรงต้านได้ดีกว่ายางยืดที่ไม่ถูกยืดก่อนนำไปใช้ในการฝึก

การกำหนดโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด

Page and Ellenbecker (2003) แนะนำถึงวิธีการออกแบบโปรแกรมของฝึกแรงต้านด้วยยางยืด ดังนี้

1. ประเภทของการออกกำลังกาย (Mode of exercise) ประเภทของการออกกำลังกายเกี่ยวข้องโดยตรงกับเป้าหมายของการออกกำลังกาย ความแตกต่างของประเภทการฝึกแรงต้านด้วยยางยืด เช่น การฝึกเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรง การใช้ยางยืดในกิจกรรมการทรงตัว การฝึกเพื่อพัฒนาระบบหลอดเลือดและหัวใจ หรือการฝึกเกี่ยวกับการทำงานของร่างกายในชีวิตประจำวัน

2. มุมของการเคลื่อนไหว (Range of Motion) การกำหนดมุมของการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมทำได้โดยเริ่มจากการเคลื่อนไหวในมุมเล็ก ๆ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ จากนั้นทำการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวขึ้นเรื่อย ๆ ก่อนทำการเคลื่อนที่แบบเต็มมุมของการเคลื่อนไหว

3. ความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed of movement) การเคลื่อนที่ในการฝึกควรเริ่มจากการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ ไปสู่การเคลื่อนที่ที่รวดเร็วขึ้น ขณะทำการฝึกแบบมีแรงต้านโดยความเร็วของการเคลื่อนที่มีความสัมพันธ์กับชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อมีผลต่อการสร้างแรงในการหดตัว ซึ่งการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอ็คเซ็นตริกจะสร้างแรงได้มาก เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นในการกลับกันการหดตัวแบบคอนเซ็นตริก แรงที่เกิดจะน้อยเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น

4. ความหนักของการออกกำลังกาย ความหนัก (แรงต้าน) ต้องมีปริมาณที่เหมาะสมกับตัวบุคคลนั้น เพื่อให้เกิดการกระตุ้นเนื้อเยื่อเพราะแรงต้านคือตัวกระตุ้นที่มีความสำคัญมากที่สุดในการเพิ่มความแข็งแรงและความอดทน อย่างไรก็ตามแรงต้านที่มากเกินไปอาจเกิดการบาดเจ็บได้ในทางตรงกันข้าม แรงต้านที่น้อยเกินไปอาจไม่เพียงพอต่อการเพิ่มความแข็งแรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความแข็งแรงมีขั้นตอนในการทดสอบโดยใช้การทดสอบความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบธรรมดา เช่น ไดนาโมเมตทรี (Dynamometry) หรือการหาเปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด (Repetition maximums; % of 1RM) การกำหนดความหนักของแรงต้านที่เหมาะสมมีหลายวิธีถึงแม้ว่าเปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด คือ วิธีที่ใช้กันมากที่สุดสำหรับการฝึกเพื่อสร้างความแข็งแรง แต่ในการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดไม่สามารถกำหนดความหนักแบบ 1 อาร์เอ็มได้ ดังนั้นการหาความหนักของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดจะใช้วิธีการ “Multiple RM” ซึ่งเป็นวิธีที่แนะนำในการกำหนดความหนักของแรงต้านในการฝึกดังแสดงในตารางความหนัก โดยทั่วไปทำ 8-12 ครั้งเพื่อสุขภาพ และ 20-25 ครั้งเพื่อการฟื้นฟู โดยทำจนเกิดความเมื่อยล้าโดยใช้แรงต้านเฉพาะกล้ามเนื้อที่ต้องการฝึกหรือบริหาร เมื่อมีความรู้สึกร้อนในกล้ามเนื้อจนรู้สึกล้าจนทำต่อไม่ไหวร่างกายจะสร้างการเคลื่อนไหวแบบชดเชย โดยการระดมมอเตอร์ยูนิตมาเพิ่มในการออกแรงเพื่อปฏิบัติให้ครบตาม

จำนวนครั้งให้สมบูรณ์ มีการศึกษาหลายงานพิสูจน์ให้เห็นว่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นโดยการฝึกแบบมีแรงต้านโดยใช้ยางยืดที่ความหนัก 8-12 RM

เนื่องจากความหนักของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขนาดของยางยืดที่ใหญ่ขึ้นดีกว่าการใช้ยางยืดขนาดเดิมแล้วลดระยะจับยางยืดให้ระยะห่างสั้นลง การจับยางยืดให้ใกล้กับจุดเริ่มต้นสามารถเพิ่มความแข็งแรงเนื่องจากแรงต้านเพิ่มขึ้นนั้นถูกต้อง แต่สิ่งที่เกิดตามมาคือมุมของการเคลื่อนไหวหรืออาจส่งผลต่อการบาดเจ็บที่ข้อต่อเนื่องจากกล้ามเนื้อออกแรงมากเกินไปในมุมข้อต่อที่เล็กลง

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณแรงต้านและความหนักในการออกกำลังกายแรงต้านด้วยยางยืด

(Page and Ellenbecker, 2003)

เป้าหมายการฝึก	**เมตาบอลิซึม (S)**	**ความหนัก (% 1RM)**	**ความหนัก (Multiple RM) (จำนวนครั้ง)**
ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ	ATP-CP 10 วินาที	90	3
		85	6
ความทนทานสูง และความเร็ว	Anaerobic 30 – 90 วินาที	75	10
		70	12
ความทนทานต่ำ	Aerobic มากกว่า 120 วินาที	60	20
		55	25

5. ปริมาณ (Volume) ปริมาณและความหนักสัมพันธ์กันอย่างตรงกันข้าม ปริมาณการฝึกที่สูงต้องการความหนักที่ต่ำและในทางกลับกันปริมาณการฝึกที่ต่ำต้องการความหนักที่สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปริมาณของการฝึก หมายถึง จำนวนครั้งทั้งหมดของชุดการฝึกและการทำซ้ำ (Total number of set sand repetition) ที่ความหนักเฉพาะ โดยชุดฝึกเดี่ยวเหมาะสำหรับผู้เริ่มฝึกในทางตรงกันข้ามชุดฝึกที่หลากหลายเพิ่มความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อได้เร็วกว่าชุดฝึกเดี่ยว ซึ่งเหมาะกับผู้มีประสบการณ์มีความแข็งแรงหรือนักกีฬาในการฝึกควรทำการเพิ่มปริมาณก่อนเพิ่มความหนักจะทำให้เนื้อเยื่อมีความสามารถเพียงพอต่อการสร้างเมตาบอลิก เพื่อการทำกิจวัตรประจำวันต่อไป

โดยทั่วไปความหนักสูงและปริมาณการฝึกที่ต่ำ (6 RM หรือน้อยกว่า) เหมาะสมสำหรับการเพิ่มความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ ตัวอย่างเช่น ใน 1 ชุดฝึกของแรงต้าน 10–12RM ควรทำให้อยู่ภายในช่วง 30 วินาที เพื่อการฝึกระบบพลังงานแอนแอโรบิค (ตารางที่ 1)

Albernethy and others (2005) เสนอแนะว่าการฝึกความแข็งแรงจะต้องพิจารณาแบบแผนการระดมการทำงานของมอเตอร์ยูนิตและระบบพลังงานที่สอดคล้องกับเป้าหมายของการฝึกด้วย โดยการได้มาซึ่งพลังกล้ามเนื้อนั้นจะต้องเน้นการฝึกกล้ามเนื้อให้เกิดการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (FT IIb) ซึ่งจะต้องใช้แรงต้านที่มีความหนักตั้งแต่ 70% ของความแข็งแรงของการฝึกขึ้นไป

6. ความถี่และระยะเวลาของการออกกำลังกาย ความถี่ของยางยืด 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์เพื่อพัฒนาความแข็งแรง หรือการฝึกเพียง 1 ครั้งต่อสัปดาห์เพื่อรักษาความแข็งแรง ส่วนระยะเวลาของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดเป็นเวลา 4-6 สัปดาห์จำเป็นต่อการเพิ่มความแข็งแรงโดยพบว่าการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นใน 4 สัปดาห์ เนื่องจากการระดมของมอเตอร์ยูนิตในกล้ามเนื้อและการประสานการทำงานของระบบประสาทกล้ามเนื้อมากกว่าการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อ

แรงต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable resistance)

จากการที่ได้มีการพยายามพัฒนาสร้างเครื่องมือในการฝึกรูปแบบใหม่ที่เอาชนะ การเสียเปรียบทางกลไกของการยกน้ำหนักด้วยอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวทที่การออกแรงของกล้ามเนื้อจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามการเคลื่อนไหวของข้อต่อ จึงทำให้เกิดช่วงของความหน่วง 67% ของช่วงคอนเซ็นตริก ซึ่งทำให้แรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงช่วงคอนเซ็นตริกหายไป 19.4% ของความแข็งแรงสูงสุด (Baker et al., 2001) จึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายแรงต้านที่เปลี่ยนแปลงได้เหมาะสมตลอดมุมการเคลื่อนไหว (Variable resistance device) ที่จะช่วยปรับแรงต้านในขณะการเคลื่อนไหวให้เหมาะกับการเปลี่ยนแปลงของข้อต่อและช่วยชดเชยความเร่งที่เสียไป (Frost, Cronin, & Newton, 2010)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืดผสมกับแรงต้านจากอุปกรณ์ออกกำลังกายแบบฟรีเวท (Combining elastic resistance and free weight resistance training)

Stoppani and Velazquez (2010) ได้กล่าวว่าเราสามารถทำท่าฝึกได้หลากหลายเมื่อฝึกด้วยยางยืด แต่ท่าฝึกเบ็นช์ เพรส (Bench press) และท่าสควอท (Squat) จะได้ผลประโยชน์มากที่สุดจากแรงต้านของยางยืดในแนวดิ่ง ในการทำท่าสควอทด้วยเพาเวอร์ แร็ค (Power rack) เราสามารถที่จะคล้องยางยืดให้เป็นห่วงกับส่วนที่อยู่ล่างสุดของเพาเวอร์แร็ค หรือการวางบาร์ (Bars) ที่หนักในตำแหน่งที่ต่ำสุดแล้วคล้องยางยืดไว้กับบาร์ที่หนัก ส่วนปลายอีกด้านจะมัดไว้กับส่วนปลายของบาร์ ส่วนการฝึกท่าเบ็นช์ เพรส (Bench press) ก็อาจจำเป็นที่จะต้องใช้เพาเวอร์ แร็คในการฝึกด้วย โดยติดตั้งยางยืดไว้เหมือนที่ติดตั้งกับท่าสควอท หรือผูกยางยืดเป็นห่วงไว้กับดัมเบลที่หนักมาก ๆ ที่วางไว้ที่พื้น

ไม่สำคัญว่าจะติดตั้งยางยืดกับอุปกรณ์ฝึกอย่างไร แต่สำคัญที่ว่าจะต้องติดตั้งตำแหน่งเหมาะสมและสมดุล ถ้าไม่สมดุลจะทำให้เกิดแรงต้านที่ข้างหนึ่งมากกว่าอีกข้างส่งผลให้เกิดการยกบาร์ที่ไม่สมดุล

เราจำเป็นที่จะต้องรู้น้ำหนักที่มากที่สุดที่เราสามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1 Repetition Maximum; 1RM) เพื่อที่จะหาน้ำหนักของอุปกรณ์แรงต้านอิสระและแรงต้านของยางยืดที่จะมาผูกกับบาร์ โดยการหาน้ำหนักที่มากที่สุดที่เราสามารถยกได้หนึ่งครั้งแบบแท้จริงนั้นจะต้องทำภายใต้ผู้ดูแลและหาน้ำหนักที่มากที่สุดที่เราสามารถยกได้หนึ่งครั้ง

การหาแรงต้านของยางยืด (Band resistance)

Stoppani and Velazquez (2010) กล่าวว่าการหาแรงต้านของยางยืดที่ไม่ได้ระบุไว้ ทำได้โดยการยืนบนเครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมกับแบกบาร์เปล่าไว้บนบ่าในท่าสควอท (Squat) ในตำแหน่งที่ยืนตรง หลังจากนั้นให้ดูน้ำหนักแล้วนำมาลบกับน้ำหนักตัว (Body weight) น้ำหนักของบาร์เบล ซึ่งในบางกรณีเราจะต้องใช้ยางยืดมากกว่าหนึ่งเส้นเพื่อให้ได้น้ำหนักที่เหมาะสม

ประโยชน์ของการฝึก

Stoppani and Velazquez (2010) กล่าวว่าจากหลักของการเพิ่มความหนักเกินปกติอย่างค่อยเป็นค่อยไป (The principle of progressive overload) คือการเพิ่มปริมาณ (Volume) และความเข้มข้น (Intensity) ในการฝึกเพื่อให้ถึงเป้าหมายที่ต้องการ เช่นเป้าหมายคือการออกแรงดันในท่าเบ็นช์ เพรส (Bench press) หนึ่งครั้งให้ได้ 405 ปอนด์ ดังนั้นผู้ฝึกจะต้องเพิ่มน้ำหนักเข้าไปเรื่อย ๆ ในการฝึกยกด้วยแรงสูงสุดเพียงครั้งเดียวจนกระทั้งสามารถออกแรงดันท่าเบ็นช์ เพรสหนึ่งครั้งให้ได้ 405 ปอนด์ ซึ่งแต่ละคนจะใช้เวลาไม่เท่ากันในการฝึกเพื่อให้ไปถึงเป้าหมาย แล้วถ้ามีการฝึกที่มีการเพิ่มความหนักเกินปกติอย่างค่อยเป็นค่อยไปในแต่ละครั้งที่ยก ให้จินตนาการถึงประโยชน์ที่น่าจะได้รับจากการยกแต่ละครั้งที่มีความยาก (Harder) และหนักขึ้น (Heavier) ในแต่ละนิ้วที่น้ำหนักมีการเคลื่อนที่โดยเป็นการท้าทายการยกแต่ละครั้งด้วยการทำให้กล้ามเนื้อไม่ได้พักขณะยก ซึ่งเกิดจากประโยชน์จากความยืดหยุ่น (Elastic resistance) ซึ่งทำได้โดยการเพิ่มแรงจากยางยืดหรือห่วงโซ่เข้าไปในอุปกรณ์การฝึกปกติ

ความลับของยางยืดก็คือการที่สิ่งนี้ทำให้เรารู้จักกับแรงต้านผันแปรในแนวเส้นตรง (Linear variable resistance) การฝึกแรงต้านผันแปรในแนวเส้นตรง (Linear variable resistance training, LVRT) หมายถึงการเพิ่มแรงต้านอย่างค่อยเป็นค่อยไปกับมุมในการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น ในการยกท่าเบ็นช์ เพรส (Bench press) แรงต้านจะค่อยๆมีการเพิ่มมากขึ้น เมื่อดันบาร์เบลโดยการเหยียดแขนไปจนสุด (Full arm extension) ดังนั้นประโยชน์ที่ได้รับคืออะไร โดยจะพบว่าเมื่อมุมของการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เคลื่อนไหวมากขึ้นและแรงต้านก็มีการเพิ่มขึ้น จึงทำให้จำนวนเส้นใยของกล้ามเนื้อที่ออกแรงถูกระดมมาใช้มากขึ้นด้วย ยิ่งมีการระดมใช้เส้นใยกล้ามเนื้อมากเท่าไหร่ก็ยิ่งมีการปรับตัวให้เกิดความแข็งแรงในกล้ามเนื้อได้มากเท่านั้น

นอกจากนี้ยางยืดยังสามารถเร่งให้เกิดแรงในช่วงที่งานเป็นลบของการยกแต่ละครั้ง เนื่องจากแรงต้านจากยางยืดจะเพิ่มความเร็วในการหดตัวคืนนี้จึงหมายความว่าเราจะต้องใช้แรงที่มากในการหยุดแรงต้านในการดึงคืนของยางยืด กล่าวอีกครั้งคือยิ่งเราต้องออกแรงต้านมากขึ้นเท่าไหร่ผลรวมของเส้นใยกล้ามเนื้อก็จะถูกระดมมาใช้มากยิ่งขึ้นในการกระทำนั้น

ยางยืดจะทำให้เกิดแรงต้านจากแรงคืนสู่สภาพเดิม (Restoring force) ซึ่งเป็นแรงที่พยายามจะเคลื่อนให้ปลายทั้งสองข้างของยางยืดกลับมาสู่ตำแหน่งระยะพักในตอนเริ่มต้น (Original resting positions) เมื่อมีการดึงของปลายทั้งสองข้าง เพราะฉะนั้นยิ่งมีการดึงยางยืดมากเท่าไหร่ก็จะยิ่งมีแรงต้านเพิ่มมากยิ่งขึ้นเท่านั้น เช่น ในตำแหน่งการเคลื่อนไหวสูงสุดของท่าสควอท (Squat)

พลังกล้ามเนื้อ (Power)

Wilson (1994) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อหมายถึงความสามารถในการสร้างระดับงาน (Work) ในระดับสูงและเร็ว โดยงานหมายถึงแรงคูณด้วยระยะทาง นอกจากนี้ยังกล่าวว่าพลังกล้ามเนื้อเป็นผลของความเร็ว (Velocity) และความแข็งแรง ตามสูตร Power = strength x velocity

O'Shea (2012) ได้กล่าวว่าพลังกล้ามเนื้อ คือความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบของความแข็งแรงและความเร็ว เพราะฉะนั้นถ้ามีพลังกล้ามเนื้อมากก็ช่วยให้มีความสามารถในการเร่งความเร็วมากขึ้นด้วย ดังนั้นนักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อสูงก็จะสามารถวิ่งได้เร็วกว่านักกีฬาที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ความสามารถในการเร่งความเร็วเป็นความสามารถในการเพิ่มความเร็วได้อย่างรวดเร็ว เพราะฉะนั้นในการแข่งขันกีฬาเมื่อนักกีฬามีองค์ประกอบทางด้านความสามารถอื่นเท่ากันหมด พลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะเป็นผู้ชนะ พลังกล้ามเนื้อจึงเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถแยกพลังกล้ามเนื้อออกจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์กันตามสมการ ดังนี้

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) = ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) x ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Speed of muscular contraction)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ได้กล่าวว่าผู้เล่นที่สามารถเร่งความเร็วได้ดีกว่าก็จะมีความเร็วไปถึงความเร็วสูงสุดก่อนคู่แข่ง ซึ่งสิ่งที่ทำให้สามารถเร่งความเร็วได้ดีกว่าก็คือการที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่านั้นเอง ซึ่งพลังกล้ามเนื้อหมายถึงอัตราการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยพลังกล้ามเนื้อแสดงออกมาให้เห็นในรูปของงานที่ทำดังความสัมพันธ์ของงาน (Work) กับความแข็งแรง (Strength) และอัตราเร็ว (Velocity) ดังนี้ (Sharkey and Gaskill, 2006)

จาก Work = Force x Distance

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

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

ดังนั้น $\text{Power} = \frac{Force \times Distance}{Time}$ หรือ Power = Strength $\times$ Velocity

จากสมการจึงทำให้เข้าใจว่าการที่นักกีฬามีความแข็งแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อก็จะทำให้นักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อมากขึ้น นักกีฬาจึงต้องมีความแข็งแรงที่มากพอเพื่อที่จะสร้างพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การฝึกความแข็งแรงควรที่จะใช้ความเร็วในการฝึกเช่นเดียวกับความเร็วในการแข่งขัน

ความแข็งแรง (Strength)

Wilson (1994) กล่าวว่า ความแข็งแรง หมายถึง ปริมาณของแรงที่กลุ่มกล้ามเนื้อสามารถออกแรงต้านกับแรงต้านภายนอกในการออกแรงสูงสุดหนึ่งครั้ง

Chu (2001) กล่าวว่าความแข็งแรงมีความซับซ้อนกว่าแค่หมายถึงการสร้างของแรงตึง (Force tension) ภายในกล้ามเนื้อ แต่ยังสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ความแข็งแรงสูงสุด (Maximal strength) หมายถึงปริมาณน้ำหนักที่มากที่สุดที่แต่ละคนสามารถยกได้ใน 1 ครั้ง

2. ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative strength) หมายถึงความสามารถในการออกแรงหรือทำให้เกิดงานโดยเอาชนะน้ำหนักตัวเองหรือมีน้ำหนักตัวไปเกี่ยวข้อง

3. ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static strength) หมายถึงความสามารถในการรักษาตำแหน่งท่าทางให้อยู่กับที่

4. ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบเหยียดออก (Eccentric strength) หมายถึงความสามารถในการสร้างแรงของกล้ามเนื้อในขณะที่มีการหดตัวแบบเหยียดตัวออก

Bompa and Carrera (2005) กล่าวว่าความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) คือความสามารถของนักกีฬาที่จะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดได้นั้น ขึ้นอยู่กับหนึ่งคือการเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางหรือพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนไหวนั้น ๆ หรือเมื่อกล่าวให้เจาะจงลงไปก็คือการเพิ่มของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใยกล้ามเนื้อไมโอซิน (Myosin) สองคือความสามารถระดม (Recruit) ใช้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Fast-twitch muscle fibers) และสามคือความสามารถในการปลุกระดม (Synchronize) ให้ใช้ทุก ๆ กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนไหวได้พร้อม ๆ กัน

โดยขนาดของกล้ามเนื้อจะขึ้นอยู่กับเวลาของการฝึกในช่วงการฝึกเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase) แต่การเพิ่มขึ้นขององค์ประกอบของโปรตีนที่สร้างขึ้นเป็นครอสบริดจ์ (Cross bridges) และโดยเฉพาะของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยไมโอซินจะขึ้นอยู่กับปริมาณและช่วงเวลาของการฝึกในช่วงการฝึกเพิ่มความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength phase) ส่วนความสามารถในการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจะขึ้นอยู่กับทั้งวิธีการฝึกที่ฝึกโดยใช้แรงต้านสูงสุดและการฝึกที่เคลื่อนไหวในลักษณะพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเป็นหลัก ซึ่งเป็นลักษณะเดียวของการฝึกความแข็งแรงที่สามารถช่วยให้เกิดการระดมใช้หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในการที่จะพัฒนาการระดมให้ใช้กล้ามเนื้อพร้อม ๆ กัน (Muscle synchronization) จะขึ้นโดยตรงกับการเรียนรู้ ซึ่งหมายถึงการฝึกท่านั้นซ้ำหลายๆ รอบ จนเกิดการเรียนรู้

นอกจากนี้ Powers and Dodd (2006) กล่าวว่าความแข็งแรงที่ได้จากการฝึกจะเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่มากขึ้นก่อน แล้วจึงเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของขนาดกล้ามเนื้อ โดยการเพิ่มขึ้นของขนาดกล้ามเนื้อนั้นมาจากการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy) เป็นหลัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sharkey and Gaskill (2006) กล่าวว่าความแข็งแรง (Strength) จะมีความหมายเหมือนกับคำว่าแรง (Force) ซึ่งแรงหมายถึงความสามารถในการเคลื่อนวัตถุ ดังนั้นความแข็งแรงจึงหมายถึงแรงที่มากที่สุดจากการออกแรงของกล้ามเนื้อในหนึ่งครั้ง ความแข็งแรงจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญของทุกชนิดกีฬาเพื่อใช้ในการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับขนาดพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ ซึ่งการฝึกโดยใช้แรงต้านนั้นจะสามารถเพิ่มการระดมของเส้นใยกล้ามเนื้อและพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ

Corbin and others (2008) กล่าวว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึงความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงต้านกับแรงภายนอก หรือสามารถที่จะยกน้ำหนักที่มากได้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความแข็งแรง หมายถึง การสร้างแรงต้านของกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการออกแรง และความแข็งแรงสูงสุดหมายถึงแรงที่มากที่สุดจากการออกแรงของกล้ามเนื้อในหนึ่งครั้ง

กฎของนิวตัน (Newton's Laws) กับการยกน้ำหนัก

กฎข้อที่ 1 กฎของความเฉื่อย (Law of inertia)

วัตถุที่หยุดนิ่งจะพยายามหยุดนิ่งอยู่กับที่ ตราบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ส่วนวัตถุที่เคลื่อนที่จะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ ตราบที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำเช่นกัน $(\sum F = ma)$ เพราะฉะนั้นบาร์เบลจะยังคงอยู่ที่พื้น ถ้านักกีฬาไม่เคลื่อนไหวโดยการยกบาร์เบลขึ้น และบาร์เบลที่กำลังเคลื่อนไหวขึ้นในแนวดิ่งก็จะเคลื่อนไหวต่อไป ตราบเท่าที่ยังมีแรงของนักกีฬาในการดึงขึ้น หรือกล่าวได้ว่าโมเมนตัมลัพธ์ (The resulting momentum) ยังคงมากกว่าแรงดึงดูดของโลกที่ดึงบาร์เบลลงสู่พื้น นอกจากนี้ยังพบว่าวัตถุทุกชนิดที่มีมวลจะมีความเฉื่อย ยิ่งมีมวลมากยิ่งมีความเฉื่อยมาก โดยความเฉื่อยคือความสามารถในการรักษาสภาพการเคลื่อนที่ หรือรักษาสภาพการหยุดนิ่งไว้ ดังนั้นถ้าวัตถุอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไปเรื่อย ๆ ถ้าไม่ได้รับแรงกระทำจากภายนอก แต่ถ้ามันเคลื่อนที่อยู่แม้ว่าจะเลิกให้แรงผลักดันมัน มันก็จะยังเคลื่อนที่ต่อไปเรื่อย ๆ เนื่องจากมีความเฉื่อย (Everett, 2011)

กฎข้อที่ 2 กฎของความเร่ง (Law of acceleration)

อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงลัพธ์ที่มากระทำกับวัตถุและอยู่ในทิศทางเดียวกัน หรือกล่าวได้ว่าเมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ $(a = \frac{Fnet}{m})$ ดังนั้นยิ่งมีแรงมากระทำกับวัตถุมากก็จะทำให้วัตถุมีความเร่งมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าวัตถุมีมวลมากยิ่งขึ้นก็จะทำให้ความเร่งของวัตถุลดลง เพราะฉะนั้นถ้าจะเพิ่มความเร่งของบาร์เบลก็จะต้องเพิ่มแรงในการยกให้มากขึ้น (Everett, 2011)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กฎข้อที่ 3 กฎของแรงปฏิกิริยา (Law of reciprocal action)

แรงที่วัตถุที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุที่สองย่อมเท่ากับแรงที่วัตถุที่สองกระทำต่อวัตถุที่หนึ่ง แต่ทิศทางตรงข้ามกัน (Action = Reaction) เพราะฉะนั้นเมื่อนักกีฬาออกแรงถีบตัวกับพื้นเพื่อดันบาร์เบลขึ้น พื้นก็จะส่งแรงขนาดเท่าเดิมกลับมา เนื่องจากโลกมีมวลมากกว่านักกีฬาและบาร์เบลมหาศาล เป็นผลให้เราเห็นเฉพาะการเคลื่อนไหวที่เกิดจากนักกีฬาและบาร์เบลในขณะที่นักกีฬาถีบตัวขึ้นจากพื้น (Everett, 2011)

ระบบพลังงานที่ใช้ในการฝึกที่ใช้เวลาสั้นๆ และมีความหนักสูง

Hill (1995) ได้กล่าวว่าระบบพลังงานที่ใช้ในการฝึกที่ใช้เวลาสั้นๆ และมีความหนักสูงจะเกี่ยวข้องกับ 2 ระบบพลังงานดังต่อไปนี้

ระบบพลังงานเอทีพี และซีพี (ATP-CP)

ปริมาณของเอทีพีที่เก็บสะสมในกล้ามเนื้อจะมีเพียงพอสำหรับการเคลื่อนไหวที่มีความหนักสูงสุดประมาณ 1-2 วินาที หลังจากนั้นครีเอตินฟอสเฟส (Creatine phosphate; CP) จะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการสำรองพลังงานเอทีพี และครีเอตินฟอสเฟสจะหมดลงในเวลา 6-8 วินาที เพราะฉะนั้นระบบพลังงานเอทีพีและซีพีจะเพียงพอกับกิจกรรมที่ใช้ความหนักสูง ในเวลาที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 วินาที แต่ถ้ามีการออกกำลังกายที่ต่อเนื่องนานขึ้น กล้ามเนื้อใช้ระบบพลังงานแอนแอโรบิค ไกลโคลัยซิส (Anaerobic glycolysis) เป็นหลักต่อไป นอกจากนี้ (Bompa & Carrera, 2005) ได้กล่าวว่าการพักระหว่างเซ็ต 3-5 นาที หรือนานกว่านี้จะทำให้มีการสร้างกลับคืนมาของเอทีพีและซีพีได้เกือบสมบูรณ์

ระบบพลังงานแอนแอโรบิค ไกลโคไลซิส (Anaerobic glycolysis)

Ingham (2006) ได้กล่าวว่าระบบพลังงานนี้จะสำรองพลังงานสำหรับการฝึกที่มีความหนักสูง (High-intensity) ด้วยระยะเวลา 10 วินาที – 4 นาที กระบวนการนี้สามารถผลิต ATP ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีความสำคัญต่อกล้ามเนื้ออย่างมากในกรณีที่ออกซิเจนที่ขนส่งไปสู่เส้นใยกล้ามเนื้อมีไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามกระบวนการนี้ให้ ATP น้อยมากเพียงสองโมเลกุลต่อหนึ่งกลูโคส หรือสามโมเลกุลต่อไกลโคเจน ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากกระบวนการนี้คือไพรูเวต (pyruvate) ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแลกเตต (Lactate) ในที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

นิยามของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG)

อิเล็กโตรไมโอกราฟฟี (Electromyography: EMG) เป็นเทคนิคในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์สัญญาณ Myoelectric ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในสถานะของเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งแตกต่างจาก EMG ทางระบบประสาทโดยทั่วไปเป็นการตอบสนองของกล้ามเนื้อเทียม เนื่องจากการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าภายนอกจะถูกวิเคราะห์ในสภาวะคงที่ ซึ่งเน้นที่ Kinesiological EMG สามารถอธิบายได้เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการกระตุ้นกล้ามเนื้อภายในด้านท่าทางการเคลื่อนไหว ประสิทธิภาพในการทำงานและการรักษา/การฝึกกล้ามเนื้อ

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ หมายถึง กระแสประสาทสั่งการจากระบบประสาทยนต์ที่ส่งกระแสประสาทลงมาที่กล้ามเนื้อกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวตามที่ต้องการ โดยกระแสประสาทสั่งการหรือ Motor Unit Action Potential (MUAP) ที่ส่งมายังกล้ามเนื้อจะสามารถตรวจรับได้โดยเครื่องมือที่เรียกว่า Electromyography โดยมีวิธีการตรวจวัด 2 วิธีคือ Intramuscular Electromyography: (iEMG) และ Surface Electromyography: (sEMG)

iEMG เป็นวิธีที่มีการบันทึกและวิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ลึกลงไป ส่วนใหญ่จะวัดกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวที่ไม่มีการเคลื่อนไหวมา แต่เนื่องจากความซับซ้อนมีความรู้สึกไม่สบายของการติดเครื่องมือและทำให้เคลื่อนไหวร่างกายลำบากจึงไม่นิยมในการทดลองในทางกีฬา

sEMG นักวิจัยนิยมใช้การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่ติดบริเวณพื้นผิวกล้ามเนื้อ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดกว่า iEMG และมีประสิทธิภาพที่ดีอีกทั้งยังนิยมใช้กับการวัดที่มีการเคลื่อนไหวของร่างกายได้เป็นอย่างดี (Kim et al., 2014)

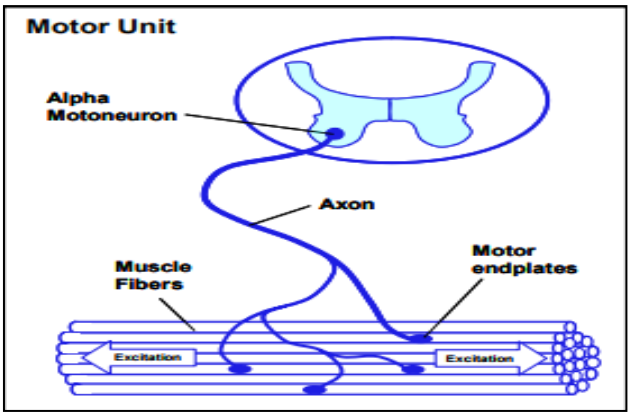
ประโยชน์ในการใช้งาน EMG

- ช่วยให้มองเห็นภาพกล้ามเนื้อได้โดยตรง
- ช่วยให้สามารถวัดประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อได้
- ข้อมูลเบื้องต้นในการรักษาและฝึกกล้ามเนื้อ
- ช่วยในการวิเคราะห์และเป็นข้อมูลในการฝึกกล้ามเนื้อ
- ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อพัฒนากิจกรรมกีฬา
- ตรวจจับการตอบสนองของกล้ามเนื้อในการศึกษาตามหลักสรีรศาสตร์

กระแสประสาทสั่งการหรือมอเตอร์ยูนิต (Motor unit)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

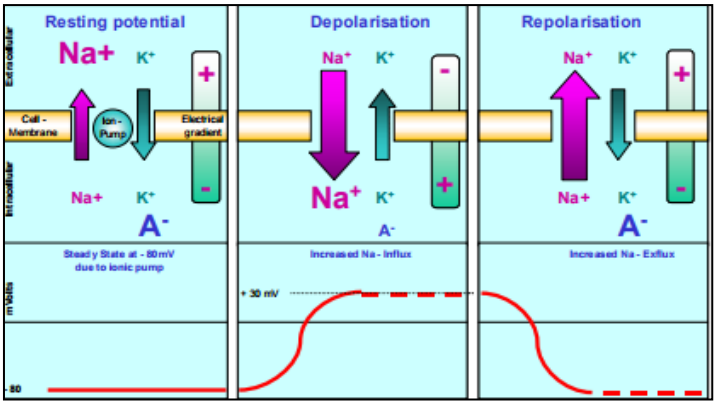
หน่วยการทำงานที่เล็กที่สุดที่อธิบายการควบคุมระบบประสาทของกระบวนการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียกว่ากระแสประสาทสั่งการหรือมอเตอร์ยูนิต (รูปที่ 4) ซึ่งกำหนดให้เป็นเซลล์ร่างกายและ dendrites ของเซลล์ประสาทยนต์ ซึ่งแตกออกเป็นหลายกิ่งก้านสาขาของแอกซอน (Axon) และเส้นใยกล้ามเนื้อที่ติดกับเซลล์ประสาทยนต์ เป็นการอธิบายลักษณะการทำงานกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งหมดของมอเตอร์ยูนิต กำหนดให้เป็น"หนึ่ง"ของกระบวนการการทำงานของกล้ามเนื้อ (Konrad, 2005)



รูปที่ 4 แสดงลักษณะของ Motor unit (Konrad, 2005)

ความสามารถในการกระตุ้นเยื่อหุ้มสมอง

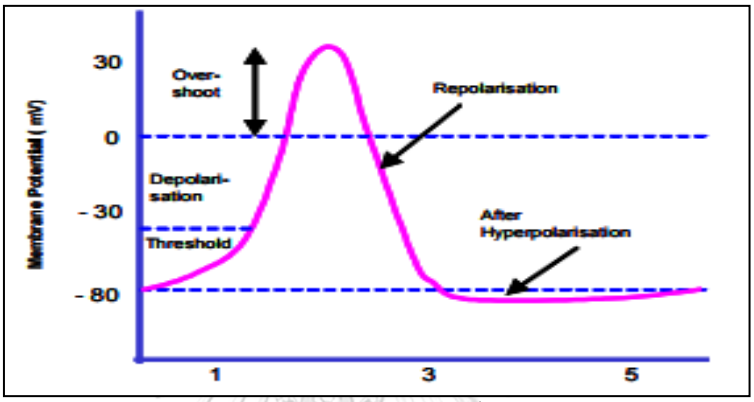
ความสามารถของเส้นใยกล้ามเนื้อในการทำงานผ่านการควบคุมของระบบประสาทเป็นปัจจัยสำคัญในสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ สามารถอธิบายได้จากรูปแบบของพังผืดที่ผ่านการซึมผ่านแบบกึ่งเยื่อซึ่งอธิบายถึงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของ sarcolemma ซึ่งมีความสมดุลของไอออนิกระหว่างช่องว่างภายในและภายนอกของเซลล์กล้ามเนื้อ (ประมาณ -80 ถึง -90 mV เมื่อไม่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ) ความต่างศักย์ได้รับการบำรุงรักษาโดยกระบวนการทางสรีรวิทยา (ไอออนปั๊ม) ส่งผลให้เกิดประจุลบภายในเซลล์ เมื่อเทียบกับพื้นผิวภายนอกเป็นการกระตุ้น alpha-motor anterior horn cell (เกิดจากระบบประสาทส่วนกลางหรือการสะท้อน) ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นตามเส้นประสาทของมอเตอร์ หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงที่เส้นประสาทส่วนปลายแล้ว ความต่างศักย์ของเส้นประสาทส่วนปลายจะเกิดขึ้นบริเวณเส้นใยกล้ามเนื้อจะถูกปรับเปลี่ยนชั่วขณะและไอออนของ Na^+ ไหลเข้า นี่เป็นสาเหตุที่ทำให้ Depolarization ของเมมเบรน (Membrane) ถูกเรียกคืนโดยทันทีการแลกเปลี่ยนไอออนภายในกลไกการปั๊มไอออนที่ใช้งานอยู่การทำ Repolarization



รูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เส้นประสาทส่วนปลาย (Konrad, 2005)

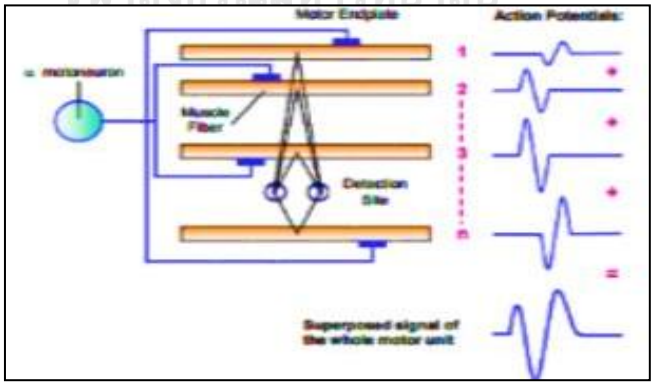
ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อ (The action potential)

ในการไหลเข้าของ Na^+ ถ้ามีค่าเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การหลุดของเมมเบรน (Membrane) ทำให้เกิดความต่างศักย์ส่งผ่านการทำงานได้อย่างรวดเร็วเปลี่ยนจาก -80 mV ถึง + 30 mV (รูปที่ 6) ซึ่งเป็นการกระตุ้นไฟฟ้าที่ได้รับฟื้นฟูทันทีโดยระยะ Repolarization และตามด้วยหลังจากระยะ Hyperpolarization ของเมมเบรน เริ่มต้นจาก Motor end plate และส่งกระจายไปตามเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองทางทั้งภายในกล้ามเนื้อและภายนอกกล้ามเนื้อผ่านระบบท่อ (Tubular system)



รูปที่ 6 แสดงความต่างศักย์ในการทำของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็ว (Konrad, 2005)

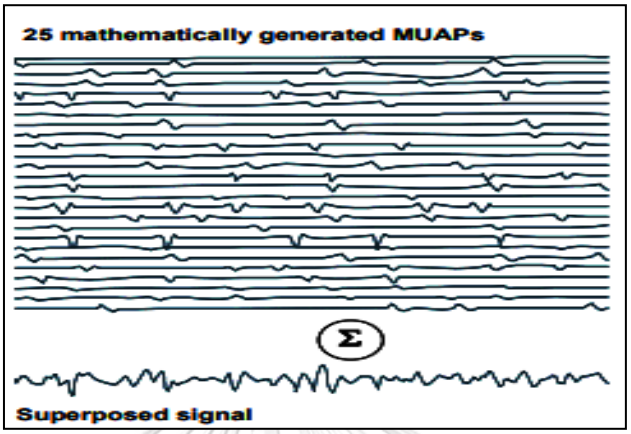
เนื่องจากมอเตอร์ยูนิตประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนมากจะเห็นได้ว่าขนาดของเส้นใยภายในที่อยู่ในมอเตอร์ยูนิตนี้ขึ้นอยู่กับระยะทางและความละเอียดเชิงพื้นที่โดยสรุปออกเป็นสามช่วงของการทำงานของมอเตอร์ยูนิต (Motor Unit Action Potential: MUAP) ซึ่งแตกต่างออกไปทั้งรูปแบบและขนาดขึ้นอยู่กับรูปร่างของเส้นใยกล้ามเนื้อในอัตราส่วนกับพื้นที่ของขั้วไฟฟ้า ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 7 แสดง Motor Unit Action Potential (Konrad, 2005)

ตำแหน่งของ Motor Unit Action Potential (MUAP)

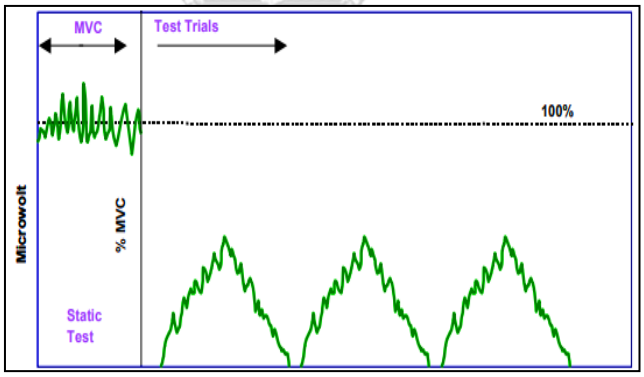
ในการศึกษาทางด้านสรีรวิทยา MUAP สามารถพบได้ทั้งหมดภายใต้ตำแหน่งของอิเลคโทรด (Electrode) จะถูกจัดให้อยู่ในตำแหน่ง Superposed (รูปที่ 8) และสังเกตว่าเป็นสัญญาณสองขั้วที่มีการกระจายสมมาตรของ Amplitudes บวกและลบ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0) เรียกว่ารูปแบบการรบกวน



รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งของ superposed (Konrad, 2005)

แนวคิดในการทำให้มาตราฐาน Maximum Voluntary Contraction (MVC)

เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ MVC-Normalization หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดด้วยความตั้งใจก่อนที่จะมีการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อ ดังรูปต่อไปนี้



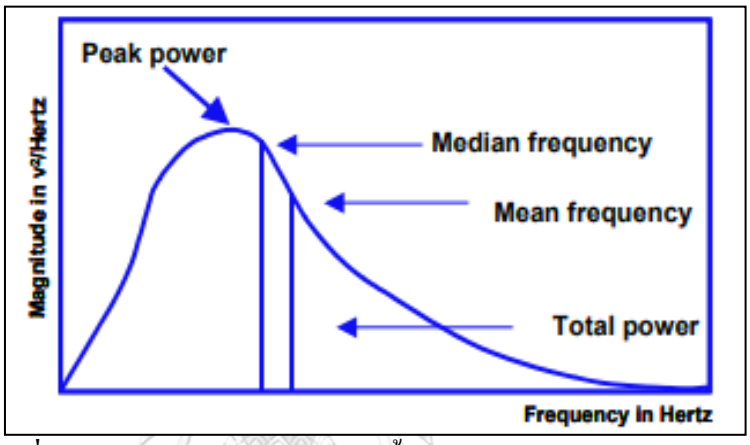
รูปที่ 9 แสดงการ MVC-Normalization (Konrad, 2005)

โดยปกติแล้วการวัด MVC จะทำการวัดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีแรงต้านทานคงที่ หากต้องการผลของการหดตัวที่มากที่สุด มุมในการทำงานของร่างกายเป็นส่วนสำคัญในการออกแรงต้าน เพื่อให้ได้ผลที่ดีที่สุด โดยปกติแล้วกลุ่มตัวอย่างอาจจะมีปัญหาในการออกแรงหดตัวของกล้ามเนื้อของ MVC อย่างแท้จริงและไม่ได้ใช้ความพยามอย่างเต็มที่ และวิธีการวิเคราะห์จะต้องพิจารณามุ่งเน้นเรื่องการรักษาแนวคิดทางคลินิกจะทำงานได้ด้วยความพยายามสูงสุดที่ยอมรับได้ (AME) ซึ่งทำหน้าที่เป็นแนวทางสำหรับระบบการรักษาแบบมุ่งเน้นทางชีวภาพ

ตัวแปรในการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG)

การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum intensity)

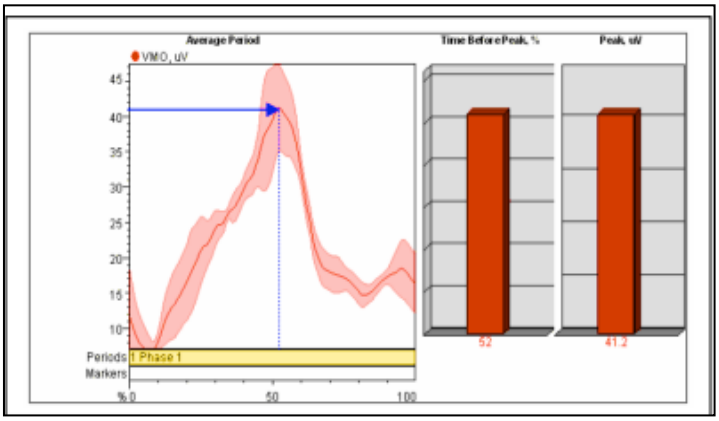
การออกแรงของกล้ามเนื้อสูงสุด คือ ค่าของเส้นโค้งสเปกตรัมพลังงานทั้งหมด เพื่ออธิบายลักษณะความถี่ในการวิเคราะห์ความถี่ EMG ที่ใช้พารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุด คือความถี่เฉลี่ยและมัธยฐานและการเปลี่ยนแปลงของการหดตัวที่ยั่งยืน ซึ่งการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Intensity) คืออัตราส่วนการหดตัวของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสูงสุด ซึ่งวัดจากกราฟสูงสุดของการทำงานของกล้ามเนื้อมัดนั้นทำการ Normalization กับค่า Maximal voluntary contraction: MVC



รูปที่ 10 แสดงการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Konrad, 2005)

ระยะเวลาในการทำงานของกล้ามเนื้อสูงสุด (Time to Peak EMG)

เป็นอีกหนึ่งพารามิเตอร์ที่สำคัญของ EMG ระบุถึงลักษณะการจับเวลาภายในสัญญาณ EMG และในส่วนของสัญญาณทางชีวกลศาสตร์หรือการเคลื่อนที่อื่น ๆ วิธีที่ง่ายที่สุดคือการคำนวณ Time to Peak ซึ่งเป็นระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นของช่วงการวิเคราะห์ (หรือจุดเริ่มต้นของการหดตัว) ไปจนถึงค่าความกว้างสูงสุด พารามิเตอร์นี้มีความสำคัญต่ออธิบายลักษณะของเส้นโค้งเฉลี่ย ดังรูปต่อไปนี้



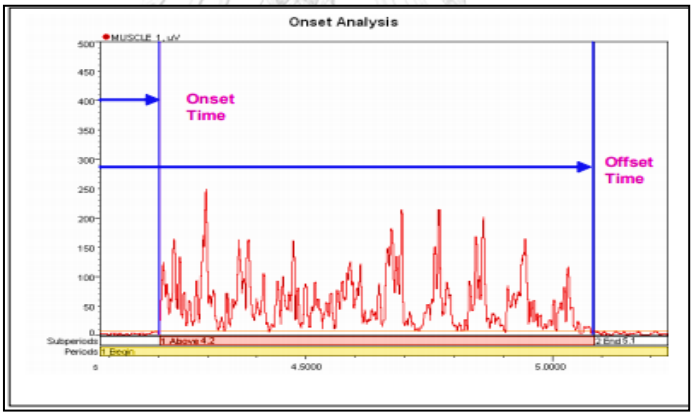
รูปที่ 11 แสดงการคำนวณหา Time to Peak (Konrad, 2005)

อัตราส่วนของกระแสไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Rate of EMG Development: RED)

คือการทำงานของ EMG เบื้องต้นสามารถเห็นระยะเวลาในการพัฒนาแรงการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของการพัฒนาแรงทั้งสองพารามิเตอร์ ได้แก่ การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Peak power) และระยะเวลาในการทำงานของกล้ามเนื้อสูงสุด (Time to Peak) สามารถอธิบายได้ตาม Curvi-Linear: กล่าวคือ เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุดในระยะเวลาที่สั้นหรือเป็นพลังระเบิด

เวลาที่พบการเพิ่มขึ้นของ MUAP จากระดับพื้นฐาน (Onset Latency)

ความคิดหลักของพารามิเตอร์ Onset คือการคำนวณระยะเวลาที่กล้ามเนื้อต้องการที่จะเกิดขึ้นระยะเวลาที่ EMG ใช้ภายในระยะเริ่มต้น (รูปที่ 12) การวิเคราะห์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือการวัดความเร็วของเส้นประสาทด้วยแรงกระตุ้นจากภายนอกและคำนวณเวลาตอบสนองต่อการเริ่มต้นของ EMG ขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างสิ่งเร้าและพื้นที่ขั้วบวกกำหนดความเร็วในการนำอีกขั้น การวิเคราะห์ที่อยู่คำถามประสานงาน"ในการสั่งการไปที่กล้ามเนื้อเริ่มที่จะทำงาน" เริ่มจากตำแหน่งกล้ามเนื้อที่ผ่อนคลายสำหรับการเคลื่อนไหวที่กำหนดจะถูกวิเคราะห์ (Konrad, 2005)



รูปที่ 12 แสดงการเกิด Onset Latency (Konrad, 2005)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

กมลมาศ เบญจพลสิทธิ์ (2556) ศึกษาผลฉับพลันของการใช้ยางยืดที่มีต่อพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งในนักกีฬาวอลเลย์บอลระดับเยาวชนของ โรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร อายุ 14-18 ปี เพศหญิง จำนวน 9 คน ความแข็งแรงสัมพัทธ์ 1.5- 2.0 และใช้การถ่วงดุลลำดับ (counter balancing) ด้วยการเลือกแบบสุ่มโดยทำการกระโดดแนวดิ่งร่วมกับยางยืดที่มีแรงต้านแตกต่างกัน 4 แรงต้าน ได้แก่ แรงต้านที่ 1 = 1.45 กิโลกรัม แรงต้านที่ 2 = 2.74 กิโลกรัม แรงต้านที่ 3 = 4.96 กิโลกรัม แรงต้านที่ 4 = 6.14 กิโลกรัม ในการ วิจัยใช้ท่า Static half squat กระโดด 3 ครั้งต่อเนื่อง

จำนวน 3 เซต ต่อการกระโดด 1 แรงต้านยางยืดโดยวัดพลังสูงสุด แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุดจากการกระโดด และนำค่าสูงสุดของแต่ละเซตมาหาค่าเฉลี่ย โดยในช่วงการทดสอบจะทำตามระดับแรงต้านยางยืดทั้งหมด คือ สัปดาห์ละ 1 แรงต้าน จำนวน 4 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเปรียบเทียบ 4 แรงต้าน โดยถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของแอลเอสดี โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่ายางยืดทุกขนาดแรงต้านสามารถนำไปใช้ฝึกนักกีฬาเพื่อพัฒนาพลังสูงสุดของกากระโดดในแนวดิ่งได้

สุทธิกร อาภานุกูล (2556) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงดันอากาศเพื่อเพิ่มพลังอดทนในนักกีฬาเทนนิส โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงดันอากาศเพื่อเพิ่มพลังอดทนในนักกีฬาเทนนิส โดยมี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ได้ทำการศึกษารูปแบบของแรงต้านระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศที่มีต่อพลังสูงสุด ซึ่งทดสอบโดยให้นักกีฬาเทนนิสชาย 15 คน ทำการยก ท่าซูโม่สคอวท 3 เซ็ตๆ ละ 6 ครั้ง ที่ความหนัก 30% ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ โดยมีรูปแบบรูปแบบระหว่างแรงต้านด้วยน้ำหนักกับแรงต้านจากแรงดันอากาศ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในสัปดาห์ที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละสัปดาห์จะทดสอบ 1 รูปแบบแรงต้าน ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรที่ได้จาก 5 รูปแบบแรงต้านด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ โดยผลการทดลองพบว่า รูปแบบแรงต้านที่มีรูปแบบระหว่างแรงต้านด้วยน้ำหนักกับแรงต้านจากแรงดันอากาศ 90:10 สามารถทำให้เกิดพลังสูงสุดได้มากที่สุดของทุกรูปแบบที่ใช้ในการทดสอบ ในขั้นตอนที่ 2 ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงดันอากาศและการฝึกด้วยน้ำหนัก 8 สัปดาห์ด้วยรูปแบบแรงต้านที่มีรูปแบบแรงต้านด้วยน้ำหนักกับแรงต้านจากแรงดันอากาศ 90:10 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเทนนิส เพศชาย ระดับมหาวิทยาลัยซึ่งมีเกณฑ์อายุตั้งแต่ 18-25 ปี จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน ด้วยการกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม โดยการจับฉลากเข้ากลุ่มให้เท่าๆ กัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนัก + การฝึกปกติ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศ + การฝึกปกติ และกลุ่มควบคุมฝึกปกติ ทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 จะถูกฝึกท่าซูโม่สควอท 2 ครั้งต่อสัปดาห์โดยใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ ในแต่ละครั้งที่ฝึกจะยกท่าซูโม่สควอท 20 ครั้ง/เซ็ต จำนวน 3 เซ็ต มีการทดสอบทั้งหมด 3 ครั้งคือ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 โดย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทดสอบค่าพลังอดทน พลังสูงสุด ความสามารถในการเร่งความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไว ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยเปรียบเทียบผลการทดลองทุกรายการก่อนและหลังการฝึกด้วยการวิเคราะห์ความ แปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ พบว่า หลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่าพลังอดทน พลังสูงสุด และความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มที่ 3 ไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของทุกตัวแปร นอกจากนี้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มพบว่าหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2 มีค่าพลังอดทน พลังสูงสุด และความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกด้วยแรงดันอากาศเป็นรูปแบบการฝึกที่ช่วยเพิ่มพลังอดทนในนักกีฬาเทนนิสได้ดี เนื่องจากรูปแบบการฝึกนี้สามารถพัฒนาทั้งพลังอดทน พลังสูงสุด และความคล่องแคล่วว่องไว ยิ่งไปกว่านั้นรูปแบบการฝึกด้วยน้ำหนักผสมผสาน กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศนี้ยังช่วยทำให้สามารถเพิ่มพลังอดทนได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักอย่างเดียว

เสกศักย์ ธิติศักดิ์ (2556) ศึกษาการเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับแบบประเพณีนิยมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาระหว่างการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงกับวิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมว่ามีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างเป็นวงจร และพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างไม่ เป็นวงจร แตกต่างกันอย่างไร กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตเพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 50 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ด้วยการกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม กลุ่มละ 25 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ท าการฝึกด้วยน้ำหนัก 85% ของน้ำหนักที่ทำได้สูงสุด โดยการออกแรงติดต่อกันจำนวน 5 ครั้ง กลุ่มทดลองที่ 2 ทำการฝึกด้วยน้ำหนัก 85% ของน้ำหนักที่ทำได้สูงสุด โดยการออกแรง 1 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที จำนวน 5 ครั้ง ฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลก่อน และหลังการฝึกด้วยการทดสอบกระโดดแบบมีการพักระหว่างการกระโดด 20 วินาที และกระโดดต่อเนื่อง นำค่าการส่งออกพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัว แรงกระทำต่อพื้นในแนวดิ่งสูงสุดต่อน้ำหนักตัว และความเร็วคานสูงสุด เฉลี่ยตั้งแต่ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 มาทำการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างสองชุด เกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) ภายในกลุ่ม และนำค่าหลังการฝึกของทั้งสองรูปแบบมาเปรียบกันระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

samples t-test) โดยในกรณีที่การทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกพบว่ามีความแตกต่างจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ในการทดสอบระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนและหลังการฝึกภายใน กลุ่มทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมากขากว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาหลังการฝึกระหว่างทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน สรุปผลการทดลอง การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง และการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมมีผลการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกัน แต่การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีแนวโน้มในการพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาได้หลากหลายรูปแบบมากกว่า

วีนัส ดอกจันทร์ (2555) ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่นที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักกีฬาเทควันโดเพศหญิงชมรมเทควันโดจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 20 คน ทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้ความสามารถในการทรงตัวและความอ่อนตัวในท่างอสะโพก แบ่งเป็นกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยยางยืด10 คนทำยางยืดที่ความหนัก12 Multiple RM และกลุ่มฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่น 10 คนฝึกด้วยฟรีโมชั่นใช้ความหนัก 70% ของ 1 RM ทั้งสองกลุ่มฝึก 3 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดและการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่นสามารถพัฒนาความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนักกีฬาเทควันโดหญิงได้ โดยที่การฝึกแรงต้านด้วยยางยืดสามารถพัฒนาความเร็วของการเตะเหยียบลงในช่วงเริ่มยกเข่าขึ้นอย่างรวดเร็วและช่วงเตะเหยียบลงของปลายเท้าได้ดีกว่าและยังพัฒนาแรงของการเตะเหยียบลงได้ดีกว่าการฝึกแรงต้านด้วยฟรีโมชั่น

รังสฤษฏ์ จำเริญ (2552) ศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความเร็วในการเตะเหยียบลงของนักกีฬาเทควันโดในมหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-24 ปี จำนวน 20 คน จากนั้นจัดกลุ่มกำหนดให้มีความเร็วในการเตะเหยียบลงที่ใกล้เคียงกัน กลุ่มละ10 คน สองกลุ่ม กลุ่มควบคุมฝึกโปรแกรมการฝึกตามโปรแกรมปกติ กลุ่มทดลองฝึกโปรแกรมการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนในการเตะเหยียบลงควบคู่กับโปรแกรมตามปกติ ใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน ทำการทดสอบความเร็วในการเตะเหยียบลงก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทดสอบค่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“ที” วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่างให้เปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของ แอล เอส ดี ผลการวิจัยพบว่า

1.หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ความเร็วในการเตะเหยียบลงของกลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึก เชิงซ้อนในการเตะเหยียบลงในขาข้างที่ถนัดจะมีความเร็วเฉลี่ยในการเตะเหยียบลงดีกว่าก่อนการทดลองและ หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 ความเร็วในการเตะเหยียบลงของกลุ่มที่ฝึกเสริมด้วยโปรแกรมการฝึก เชิงซ้อนในการเตะเหยียบลงในขาข้างที่ถนัดจะมีความเร็วเฉลี่ยในการเตะเหยียบลงดีกว่าของกลุ่มที่ฝึก โปรแกรมการฝึกแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิธิพงศ์ กิมาวหา (2548) ศึกษาผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา อาสาสมัครเข้ารับการทดลองจำนวน 40 คน ที่มีความแข็งแรงพื้นฐานในระดับที่สามารถออกแรงจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลคเพรส (Leg press) ได้ระหว่าง 1.5-2 เท่าของน้ำหนักตัว แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 กลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำและทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของ Tukey (a) หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า

1. กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิโชติ วงศ์ชดช้อย (2554) ศึกษาผลของการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้ทิศทางการฝึกกระโดดต่างกันที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 45 คน โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 15 คน คือ กลุ่มที่ 1 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดในแนวดิ่ง กลุ่มที่ 2 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดข้ามสิ่งกีดขวางไปข้างหน้า และกลุ่มที่ 3 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดขึ้นบันได ฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 2 ครั้ง ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว พลังกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลองภายในแต่ละกลุ่ม โดยทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) โดยถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของตูกี เอ (Tukey a) ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยหลังการทดลอง 6 สัปดาห์พบว่า

1. กลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดขึ้นบันได มีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวและความเร็ว มากกว่ากลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดในแนวดิ่ง และกลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดข้ามสิ่งกีดขวางไปข้างหน้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดโดยในแนวดิ่ง กลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดข้ามสิ่งกีดขวางไปข้างหน้า และกลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดขึ้นบันไดมีการการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว และความคล่องแคล่วว่องไวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปผลการทดลอง พบว่า การฝึกแบกน้ำหนักกระโดดขึ้นบันได เป็นทิศทางการฝึกที่สามารถพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อได้มากกว่าการกระโดดในทิศทางอื่น

พันธ์วดี อินทรมณี (2555) ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดและการฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่งของนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 16 – 18 ปี จำนวน 22 คน โดยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ทำการทดสอบพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง (Peak power of

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

vertical jump) เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 11 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกแบกน้ำหนักกระโดดด้วยระดับความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม กลุ่มที่ 2 ฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบลูกรอกด้วยระดับความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ใช้ระยะในการฝึก 8 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน ทำทดสอบพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติที และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ถ้ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของบอนเฟอโรนี ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาสูงกว่ากลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. กลุ่มฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอก และกลุ่มฝึกแบกน้ำหนักกระโดดมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่ง และความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปผลการวิจัยได้ว่า การฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกด้วยระดับความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่งของนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิงได้ดีกว่าการฝึกแบกน้ำหนักกระโดด ด้วยระดับความหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เรณู พรหมเนตร (2542) ได้ทาการทดลองเกี่ยวกับความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพกและกล้ามเนื้อขาร่วมกับการเคลื่อนไหว 2 มิติของขา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักยกน้ำหนักที่มีทักษะสูงจำนวน 5 คน และนักยกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า จำนวน 9 คน จากนักกีฬายกน้ำหนักทีมชาติไทย และนักยกน้ำหนักเยาวชนชายโรงเรียนกีฬาประจำจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยกลุ่มตัวอย่างทำการยกน้ำหนักในท่าสแนทช์ ด้วยความหนักที่ร้อยละ 80 และ 100 ของน้ำหนักที่ยกได้ใน 1 ครั้ง บันทึกภาพการเคลื่อนไหวและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อและภาพการเคลื่อนไหว 2 มิติ ที่บันทึกการยกน้ำหนักในท่าสแนทช์ จากนั้นวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วง วิเคราะห์ความ แตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า นักกีฬายกน้ำหนักที่มีทักษะสูง มีการทำงานของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามากขึ้น รวมทั้งการงอและการเหยียดของสะโพกและเข่ามีค่ามากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับนักกีฬายกน้ำหนักที่มีทักษะต่ำกว่า จึงสรุปได้ว่ามีความจำเป็นต้องฝึกยกน้ำหนักด้วยน้ำหนักที่สามารถยกได้

สูงสุด เมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพียงพอแล้ว เพื่อช่วยให้สามารถใช้แรงของกล้ามเนื้อ และทักษะที่ถูกต้องในแต่ละช่วงของการยกน้ำหนัก

งานวิจัยต่างประเทศ

Ozdemir and others (2018) ทำการศึกษาผลของยางยืดเป็นเวลา 8 สัปดาห์ที่มีต่อการความเร็วของการตบ ความสูงของการกระโดดและประสิทธิภาพของการเพิ่มความเร็วของร่างกายส่วนบนในนักวอลเลย์บอลยุวชนหญิง ศึกษาในนักวอลเลย์บอลหญิง อายุระหว่าง 15-17 ปี จำนวน 20 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่นำยางยืดเข้าไปร่วมการฝึก ทำการฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ เวลา 1 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าการฝึกยางยืด (Thera-Band training) มีส่วนช่วยในการพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพของความเร็วและการกระโดดสูงในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงได้

Paditsaeree and others (2016) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการผสมผสานแรงต้านจากยางยืดและฟรีเวทกับแรงต้านจากฟรีเวทที่มีต่อปริมาณแรง และพลังที่เกิดขึ้น ซึ่งทดสอบโดยให้นักกีฬายกน้ำหนักหญิง 6 คน ทำการยกท่าคลีนพูลล์ 3 เซ็ตๆ ละ 3 ครั้ง ที่ความหนัก 90% ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ ในสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 โดยการสุ่มลำดับ ซึ่งแต่ละสัปดาห์จะทดสอบ 1 รูปแบบแรงต้าน ได้แก่

รูปแบบที่ 1 ใช้น้ำหนักจากฟรีเวท 90% ของ 1RM

รูปแบบที่ 2 ใช้น้ำหนักจากฟรีเวท 90% ของ 1RM + แรงต้านยางยืด 10% ของน้ำหนักจากฟรีเวท 90% ของ 1RM

รูปแบบที่ 3 ใช้น้ำหนักจากฟรีเวท 90% ของ 1RM + แรงต้านยางยืด 20% ของน้ำหนักจากฟรีเวท 90% ของ 1RM

ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรที่ได้จาก 3 รูปแบบแรงต้านด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ โดยผลการทดลองพบว่า รูปแบบแรงต้านแบบที่ 2 สามารถทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้มากที่สุด

Bellar and others (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมยางยืด 15% กับบาร์เบล 85% กับการฝึกด้วยแรงต้านบาร์เบลอย่างเดียว ด้วยความหนัก 85% ของ 1RM ที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุดในท่าเบ็นช์ เพรส (Bench press) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาเพศชายในระดับมหาวิทยาลัย ที่ไม่เคยฝึกท่าเบ็นช์ เพรส มาก่อน จำนวน 11 คน

Chulalongkorn University
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองพบว่าค่าความแตกต่างระหว่างหลังการทดลองกับก่อนการทดลอง (Gain) ของการฝึกด้วยแรงต้านผสมด้วยยางยืด กับบาร์เบลของค่าความแข็งแรงสูงสุดในท่าเบ็นช์ เพรส (Post-pre = 9.95 ± 3.7 kg) มีค่ามากกว่าค่าความแตกต่างนี้ (Post – pre = 7.56 ± 2.8 kg) ของการฝึกด้วยบาร์เบลอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Shoepe and others (2011) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกโดยใช้แรงต้านแบบผสมของยางยืดบาร์เบลเฉพาะในท่าเบ็นช์ เพรส (Bench press) ท่าสควอท (Squat) และท่าสติฟฟ์ เลกกิด เด้ดลิฟท์ (Stiff-legged deadlift) ทำการฝึกโปรแกรมทั่วร่างกายทั้งหมด 24 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ความหนักที่ใช้คือ 65-95% ของ 1RM โดยแรงต้าน 20-35% จะมาจากยางยืด เพราะฉะนั้นแรงต้านที่เหลือ 65-80% จะมาจากบาร์เบล ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 20 คนออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นชาย 6 คน หญิง 5 คน ฝึกโดยใช้บาร์เบลอย่างเดียว

กลุ่มที่ 2 เป็นชาย 5 คน หญิง 5 คน ฝึกโดยใช้บาร์เบลผสมยางยืด

กลุ่มที่ 3 เป็นชาย 5 คน หญิง 4 คน เป็นกลุ่มควบคุมให้ทำกิจกรรมตามปกติ

ทำการทดสอบก่อน และหลังการทดลองโดยทดสอบค่าความแข็งแรงสูงสุด (One-repetition maximum) ของท่าเบ็นช์ เพรส และท่าสควอท และทดสอบความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อในขณะที่กล้ามเนื้อต้นขาหดตัวเข้า (Concentric extension) ด้วยการทดสอบแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic testing)

ผลการทดลองหลังการฝึกพบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระหว่างการฝึกโดยใช้บาร์เบลผสมยางยืด กับการฝึกโดยใช้บาร์เบลอย่างเดียว อย่างไรก็ตามค่าการทดสอบแรงบิดสูงสุด (Peak torque) พลังกล้ามเนื้อเฉลี่ย (Average power) และค่าความแข็งแรงสูงสุด (One-repetition maximum) ของท่าสควอทของกลุ่มที่ 2 มีค่ามากกว่าของกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่ 1 มีค่าแรงบิดสูงสุด (Peak torque) และค่าความแข็งแรงสูงสุด (One-repetition maximum) ของท่าเบ็นช์ เพรส และท่าสควอทมากกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Israetel and others (2010) ได้ศึกษาความแตกต่างของตัวแปรคิเนติก (Kinetic) และคิเนแมติก (Kinematic) ระหว่างการทำท่าสควอท (Squat) ที่ใช้ยางยืด (Elastic resistance band) ติดกับบาร์เบลทั้ง 2 ข้าง และไม่ใช้ยางยืด โดยกำหนดให้งานที่ทำทั้งหมดเท่ากันทั้ง 2 กลุ่ม โดยได้ทำการศึกษาในเพศชายจำนวน 10 คนที่มีการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) โดยต้องผ่านการฝึกมาแล้ว 2 ปี ซึ่งทั้ง 10 คนจะต้องทำท่าสควอท ที่มุม 70 องศาบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) ที่ใช้ยาง

ยืด 1 เซ็ต 5 ครั้ง หลังจากนั้นจึงทำท่าสควอท แบบไม่ใช้ยางยืด 1 เซ็ต 5 ครั้ง โดยงานทั้งหมดคือ แรงคูณระยะทางจะต้องเท่ากันทั้งสองท่าฝึก ซึ่งจะมีเครื่องโพเทนทิโอมิเตอร์ (Potentiometer) 2 ตัวติดกับบาร์เบลเพื่อวัดระยะในการเคลื่อนที่ของบาร์เบล นอกจากนี้ยังใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) ติดที่กล้ามเนื้อ Vastus lateralis

ผลการทดลองพบว่าการใช้ยางยืดผสมจะทำให้เกิดแรงมากกว่าแบบไม่ใช้ยางยืดในช่วง 25% แรกที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบเอ็คเซ็นตริก และในช่วง 10% สุดท้ายที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบคอนเซ็นตริก อย่างไรก็ตาม ท่าฝึกแบบที่ไม่ใช้ยางยืดจะทำให้เกิดแรงมากกว่าท่าฝึกแบบใช้ยางยืดผสมในช่วง 5% สุดท้ายที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบเอ็คเซ็นตริก และในช่วง 5% แรกที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบคอนเซ็นตริก นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ยางยืดผสมจะทำให้มีพลังกล้ามเนื้อ และความเร็วมากกว่าแบบไม่ใช้ยางยืดผสมในช่วงแรกที่กล้ามเนื้อหดตัวแบบเอ็คเซ็นตริก

Ghigiarelli and others (2009) ได้ศึกษาถึงผลของการฝึกแบบแรงต้านผสมด้วยยางยืดกับบาร์เบลและการใช้โซ่ผสมกับบาร์เบลเป็นเวลา 7 สัปดาห์ที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุด และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดของการทดสอบท่าเบ็นช์ เพรส (Bench press) กลุ่มตัวอย่าง อายุ 18-30 เป็นนักฟุตบอลระดับมหาวิทยาลัยจำนวน 36 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 (n= 12) ฝึกด้วยยางยืดผสมบาร์เบลเฉพาะในท่าสปีดเบ็นช์ เพรส (Speed bench press)

กลุ่มที่ 2 (n= 12) ฝึกด้วยโซ่ผสมบาร์เบลเฉพาะในท่าสปีดเบ็นช์ เพรส (Speed bench press)

กลุ่มที่ 3 (n= 12) ฝึกด้วยบาร์เบลอย่างเดียว

โดยสัปดาห์แรก และหลังการฝึกจะทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในท่าเบ็นช์ เพรส และทดสอบพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในท่า 5RM สปีดเบ็นช์ เพรส (Speed bench press)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทดลองพบว่าไม่พบว่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ระหว่างกลุ่มของทั้ง 2 ตัวแปร อย่างไรก็ตามหลังการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม สามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในท่าเบ็นช์ เพรส ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติที่ระดับ .05

McCurdy and others (2009) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมด้วยโซ่กับบาร์เบลกับการฝึกด้วยบาร์เบลอย่างเดียวในท่าเบ็นช์ เพรส เป็นเวลา 9 สัปดาห์ๆ ละ 2 วัน ที่มีต่อความแข็งแรงสูงสุดในท่าเบ็นช์ เพรส กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเบสบอลดิวิชั่น 2 จำนวน 28 คน โดยก่อนและหลังการทดลองจะทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดในท่าเบ็นช์ เพรสที่มีการผสมโซ่กับยางยืด และการทดสอบด้วยบาร์เบลอย่างเดียว

ผลการทดลองพบว่าหลังการฝึกของทั้งการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมด้วยโซ่กับบาร์เบล กับการฝึกด้วยบาร์เบลอย่างเดียวสามารถพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดในท่าเบ็นช์ เพรสที่มีการผสมโซ่กับยางยืด และการทดสอบด้วยบาร์เบลอย่างเดียว ได้มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

Rhea and others (2009) ได้ศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการฝึกท่าสควอท (Squat) รวมไปถึงการใช้แรงต้านจากยางยืดเสริมเข้าไปที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุด และความแข็งแรง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอล 48 คน จะถูกฝึกทั้งหมด 12 สัปดาห์ โดยก่อนการฝึก และหลังการฝึกจะทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) และพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งนักกีฬาจะถูกสุ่มออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. แรงต้านมากและการเคลื่อนไหวช้า (Slow) ความเร็วที่ใช้ในการฝึก คือ 0.2-0.4 เมตร/วินาที
2. แรงต้านน้อยกว่าและการเคลื่อนไหวเร็ว (Fast) ความเร็วที่ใช้ในการฝึก คือ 0.6-0.8 เมตร/วินาที
3. การเคลื่อนไหวเร็ว พร้อมทั้งมีแรงต้านจากยางยืด ความเร็วที่ใช้ในการฝึก คือ 0.6-0.8 เมตร/วินาที

ทั้ง 3 กลุ่มจะทำท่าฝึกกล้ามเนื้อส่วนล่างเหมือนกัน ยกเว้นท่าสควอทที่จะเป็นไปตามรูปแบบข้างต้น ซึ่งจะทำการฝึก 2 - 3 วันต่อสัปดาห์ ทำการฝึกเป็นจำนวน 4 เซ็ตต่อกลุ่มกล้ามเนื้อ ทั้งในกลุ่มที่ 1 และ 2 จะใช้ความหนักมากที่สุดเท่าที่ผู้ฝึกจะสามารถเคลื่อนไหวได้ตามความเร็วที่กำหนดโดยความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนไหวนั้นจะใช้เครื่อง เทนโด้ ฟิโทรดาย เพาเวอร์ไลเซอร์ (TENDO FiTROdyne powerlizer) ซึ่งจะมีสายติดไว้กับบาร์ โดยจะตรวจจับความเร็วในแต่ละครั้งที่ทำท่าฝึกและจะส่งผลกับมาให้ผู้ฝึกได้รู้ทันทีบนหน้าจอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังการทดลองพบว่ากลุ่มที่ 1 2 และ3 มีพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น 4.80% 11.00% และ17.80% ตามลำดับ โดยที่กลุ่มที่ 3 พัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้มากกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.02 นอกจากนี้จะพบว่า กลุ่มที่ 1 และ3 สามารถพัฒนาความแข็งแรงได้ใกล้เคียงกัน คือ 9.59% และ 9.44% ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มที่ 2 พัฒนาความแข็งแรงได้เพียง 3.20%

สรุปได้ว่าการใช้ยางยืดมาผสมในท่าฝึกจะช่วยพัฒนาทั้งแรงสูงสุด และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้ดีกว่าการฝึกโดยใช้แรงต้านที่หนัก และช้า เพราะฉะนั้นควรแนะนำให้มีการใช้ยางยืดมาผสมในท่าฝึกพร้อมทั้งเคลื่อนไหวอย่างเร็ว เพื่อใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

Rhea and others (2008) ทำการศึกษาการทดสอบการฝึกการกระโดดด้วยแรงต้านของเครื่องเวอร์ติแมกซ์ที่ช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในส่วนล่างของร่างกายในนักกีฬาระดับสูง จากการศึกษาพบว่าเครื่องเวอร์ติแมกซ์ (Vertimax) มีหลักการทำงานของยางยืดแบบมีลูกรอก เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกแบบร่วมกันระหว่างพลัยโอเมตริกกับการฝึกความเร็ว ดังนั้นยางยืดแบบมีลูกรอกสามารถนำมาพัฒนาพลังกล้าม และเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะการกระโดดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Anderson and others (2008) ได้ทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบการฝึกในท่าเบ็นช์ เพรส (Bench press) และท่าสควอท (Squat) โดยใช้แรงต้านแบบผสม คือแรงต้านจากบาร์เบล 80% และแรงต้านจากยางยืด 20% และการฝึกโดยใช้แรงต้านจากบาร์เบลอย่างเดียว 100% โดยน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกตลอด 7 สัปดาห์จะถูกเพิ่มแบบก้าวหน้า (Progression) เป็นลูกคลื่น ระหว่าง 72- 98% ของ 1RM หรือประมาณ 85% ของ 1RM กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวน 44 คน เป็นนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นนักบาสเกตบอลชายและหญิง และนักมวยปล้ำชาย และที่เหลือเป็นนักฮอกกี้หญิง ซึ่งจะถูกแบ่งโดยการสุ่มออกเป็นกลุ่มที่ใช้บาร์เบลอย่างเดียว 21 คน หรือกลุ่มที่ใช้แรงต้านแบบผสม 23 คน ก่อนและหลังการฝึก 7 สัปดาห์ได้ทำการทดสอบน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ (1RM) ในท่าสควอท และ เบ็นช์ เพรส และทดสอบพลังกล้ามเนื้อสูงสุด (Peak power) และค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อ (Average power)

ผลการทดลองหลังการฝึกพบว่า เฉพาะค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อของกลุ่มที่ฝึกโดยใช้แรงต้านแบบผสมจะมากกว่ากลุ่มที่ใช้แรงต้านจากบาร์เบลอย่างเดียว 3 เท่าในท่าสควอท และ 2 เท่าในท่าเบ็นช์ เพรส นอกจากนี้น้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ (1RM) ในท่าสควอท และเบ็นช์ เพรส ของกลุ่มที่ใช้แรงต้านแบบผสมมีมากกว่ากลุ่มที่ใช้บาร์เบลอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Coker and others (2006) ได้ศึกษาถึงผลของการทดสอบการใช้ห่วงโซ่ (Chain) มาติดไว้ที่บาร์เบลล์ ในขณะทำท่าสแนทซ์ (Snatch) ซึ่งจะทดสอบด้วยความหนัก 80% และ 85% ของ 1RM ด้วยบาร์เบลล์อย่างเดียว และ ทดสอบด้วยความหนัก 80% และ 85% ของ 1RM ด้วยแรงต้านจากบาร์เบลล์ 75% บวกกับยางยืด 5% และด้วยแรงต้านจากบาร์เบลล์ 80% บวกกับยางยืด 5% ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักยกน้ำหนัก 7 คน เป็นเพศชาย 4 คน และ เพศหญิง 3 คน ซึ่งทุกคนได้เคยฝึกโดยการใช้ห่วงโซ่มาติดไว้ที่บาร์เบลล์มาก่อน ในการทดสอบในขณะทำท่า สแนทซ์ จะใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์ ระยะที่บาร์เบลล์ถูกดึงในแนวดิ่ง (The bar's vertical displacement) ความเร็ว

ของบาร์เบลล์ (Velocity) และ อัตราในการสร้างแรงของบาร์เบลล์ (Rate of force production of bar) และทดสอบแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากพื้น (Vertical ground reaction forces) ในขณะทำการดึงในช่วงที่ 1 และ 2 (The first pull and the second pull) ของท่าสแนทซ์ โดยการใช้แผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate)

ผลการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของทุกตัวแปร ทั้งระยะที่บาร์เบลล์ถูกดึงในแนวดิ่ง ความเร็วของบาร์เบลล์ อัตราในการสร้างแรงของบาร์เบลล์ รวมไปถึงแรงปฏิกิริยาในแนวดิ่งจากพื้น ในขณะทำการดึงในช่วงที่ 1 และ 2 ของท่าสแนทซ์

Wallace and others (2006) ได้ทำการทดสอบท่าแบ็คสควอท (Back squat) บนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force platform) ที่ความหนัก 60% และ 85% ของความแข็งแรงสูงสุด เพื่อต้องการทดสอบแรงสูงสุด (Peak force) พลังกล้ามเนื้อสูงสุด (Peak power) และอัตราของการพัฒนาแรงสูงสุด (Peak rate of force development) จากกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มดังนี้

1. ไม่ใช้ยางยืดผสม (No band, NB) เพราะฉะนั้นแรงต้านทั้งหมดจะมาจากบาร์เบล

2. ใช้แรงต้านจากยางยืดน้อย (B1) โดยให้เป็นแรงจากบาร์เบลประมาณ 80% และเป็นแรงจากยางยืดประมาณ 20%

3. ใช้แรงจากยางยืดเพิ่มขึ้น (B2) โดยให้เป็นแรงจากบาร์เบลประมาณ 65% และเป็นแรงจากยางยืดประมาณ 35%

ผลการทดลองพบว่าในการใช้ความหนัก 85% 1RM ในการทดสอบ พบว่ารูปแบบที่ 3 มีแรงสูงสุด (Peak force) มากกว่าแบบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ถึง 16% และแบบที่ 3 มีแรงสูงสุดมากกว่าแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึง 5% นอกจากนี้พบว่าแบบที่ 2 มีพลังกล้ามเนื้อสูงสุด มากกว่าแบบที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึง 24% และแบบที่ 2 มีพลังกล้ามเนื้อสูงสุดมากกว่าแบบที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึง 13%

สรุปผลการทดลองได้ว่าการใช้ยางยืดผสมสามารถช่วยให้มีการเพิ่มขึ้นทั้งแรงสูงสุด และพลังกล้ามเนื้อสูงสุดได้มากกว่าการใช้อุปกรณ์แรงต้านอิสระ (Free weight) อย่างเดียว และการใช้แรงต้านจากยางยืดน้อยใน รูปแบบที่ 2 เหมาะสมที่สุดที่จะฝึกกับนักกีฬา เนื่องจากมีการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อสูงสุดมากที่สุด

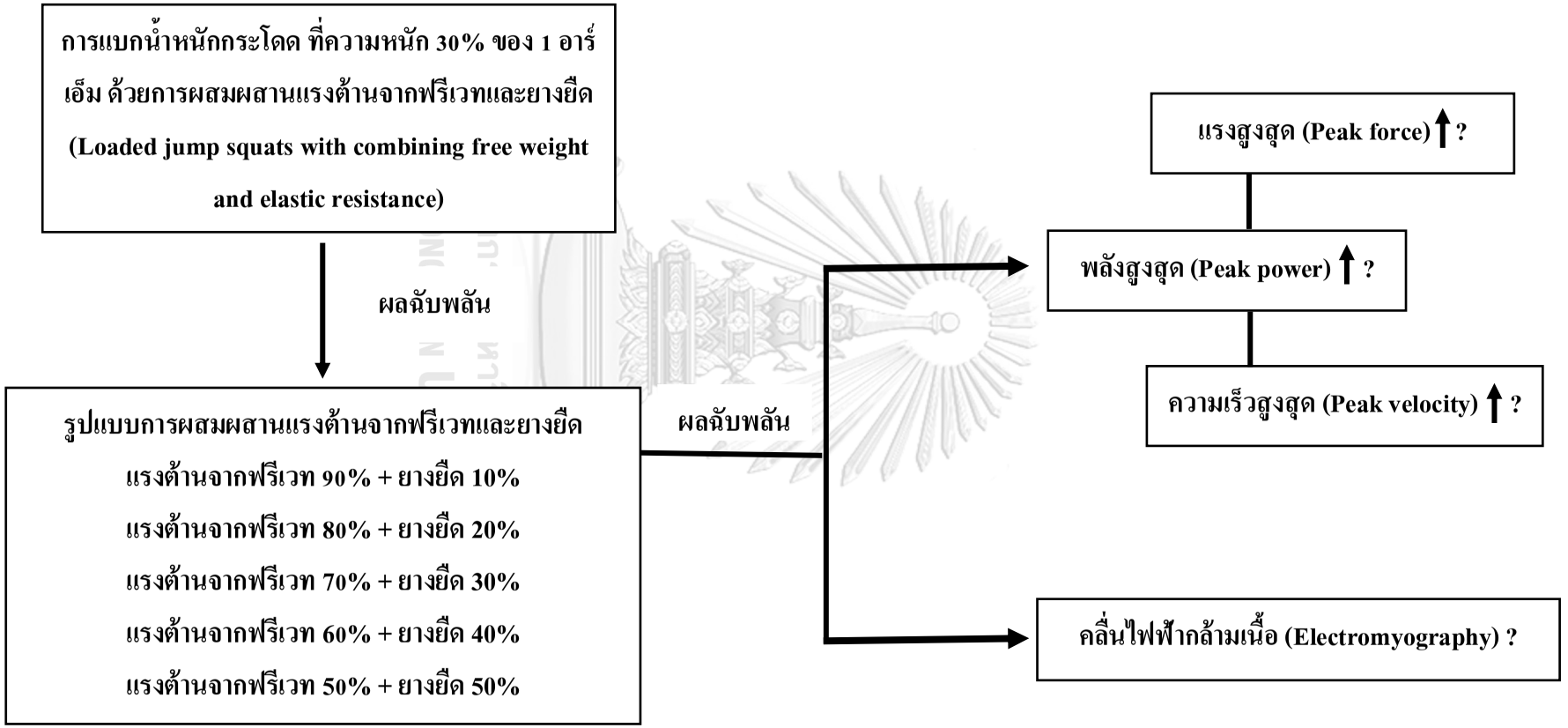
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Glass and Armstrong (1997) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ Pectoralis major ระหว่างท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้นและแบบลาดเอียงลง กลุ่มตัวอย่างเป็น ชายที่มีประสบการณ์ในการยกน้ำหนัก 15 คน โดยให้ยกน้ำหนักด้วยท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้นและ แบบลาดเอียงลงท่าละ 6 ครั้ง โดยใช้การติดตัวส่งสัญญาณอิเล็กโทรดบนกล้ามเนื้อ 2 ส่วน คือ กล้ามเนื้อ Pectoralis major วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยวัดลักษณะเด่นของสัญญาณแบบผลรวมของสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในระหว่างเซ็ต โดยมีการหาค่า 1 อาร์เอ็ม ของท่านอนดันทั้ง 2 แบบก่อนการทดลอง

ผลการทดลองสรุปได้ว่า มีการออกแรงของกล้ามเนื้อ Pectoralis major ส่วนล่างสูงที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงลง และมีการออกแรงของกล้ามเนื้อ Pectoralis major ส่วนบนสูงที่สุดในท่านอนดันแบบลาดเอียงขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ซึ่งวิจัยได้เสนอขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ คือ นิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยจะต้องผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและกลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงใกล้เคียงกัน โดยสามารถแบกน้ำหนักย่อข่าทำมุม 110 องศา ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว จำนวน 12 คน จากการกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ระดับ 0.5 และขนาดของอิทธิพลที่เกิดขึ้น (Effect size) .60 และเพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง จึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 15 คน และผู้วิจัยจะเป็นผู้คัดกรอง หลังจากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 ลำดับ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยแต่ละลำดับจะทำตามรูปแบบรูปแบบ “Counter balance design” (ภาคผนวก ค)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์คัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)

1. นิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี
2. ไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกายที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อและข้อต่อ
3. ไม่ป่วยเป็นโรคหัวใจ หอบหืด ความดันโลหิต และกลุ่มตัวอย่างจะต้องกรอกข้อมูลในแบบสอบถามตอนที่ 2 (ภาคผนวก ก) ทุกข้อ และจะต้องผ่านทุกข้อถึงจะมีสิทธิ์เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้
4. จะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานในระดับที่สามารถแบกน้ำหนักย่อเข่าทำมุม 110 องศา ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

5. สมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

6. ต้องไม่เข้าร่วมโครงการอื่นอยู่แล้วหรือไปฝึกกับโครงการอื่นในระยะเวลาเดียวกัน

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยขึ้น และไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดอุบัติเหตุจนได้จนได้รับการบาดเจ็บ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. เข้าร่วมการทดสอบไม่ถึง 4 ครั้ง

3. ไม่สมัครใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ผู้วิจัยทำการประชาสัมพันธ์โครงการวิจัยผ่าน Social ในเพจ CU Sports Science

ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาค้นคว้าหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างโปรแกรมการทดสอบ

2. นำโปรแกรมการทดสอบผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความเรียบร้อยของโปรแกรมการทดสอบ

3. ทำการศึกษานำร่องก่อนการวิจัย (Try out) เพื่อทดลองรูปแบบการทดสอบและทดสอบวิธีการใช้เครื่องมือวัดตัวแปรต่าง ๆ กับกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

4. นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม

5. นำเสนอโปรแกรมการทดสอบผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไข เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC) ซึ่งค่าที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.80 (Cox & Vargas, 1996)

6. นำโปรแกรมการทดสอบการศึกษาผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเสนอ เพื่อพิจารณาผ่านคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน

7. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการ เครื่องมือ อุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

8. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลถึงคณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อกำหนดวัน เวลาในการเก็บข้อมูล ขออนุญาตใช้สถานที่และอุปกรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. ผู้วิจัยชี้แจงและทำหนังสืออธิบาย วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย และตอบแบบสอบถามข้อมูลผู้ร่วมทดสอบทุกข้อ (ภาคผนวก ก) ในการทดสอบทุกครั้งผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยห้ามออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมงก่อนวันที่มาจะมาทดสอบ ไม่รับประทานอาหารมาก่อนทดสอบเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนมาก่อนทดสอบ 4 ชั่วโมง และนอนหลับอย่างเต็มที่ก่อนที่จะมาทดสอบทุกครั้ง ในการทดสอบจะมีผู้ช่วยผู้วิจัยผู้ในการช่วยดูแลจำนวน 2 คน ซึ่งเป็นนิสิต ชาย ระดับมหาบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย

10. จัดเตรียมสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบและใบบันทึกผลการทดสอบ (ภาคผนวก ข) เพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

11. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

11.1 **วันก่อนการทดสอบ** (นั่นคือวันศุกร์ ซึ่งผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในทุกลำดับจะทำการทดสอบก่อนการทดสอบเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 พร้อมกันทุกคน) จะมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

11.1.1 ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกาย เป็นเวลาประมาณ 5 นาที และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ในท่าที่ 1-10 (ภาคผนวก ญ) เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

11.1.2 ทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1 อาร์เอ็ม) ในขณะยกน้ำหนักท่าควอเตอร์สควอทตามวิธีการทดสอบของ Kraemer and others (2006) (ภาคผนวก ง) ก่อนการทดสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาความหนักที่ใช้ในการทดสอบ เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

11.1.3 ทดสอบหาความถนัดของขา (Leg dominance) ตามวิธีการทดสอบของ Van Melick and others (2017) (ภาคผนวก ฌ) ก่อนการทดสอบ เพื่อใช้ในการกำหนดขาข้างที่ใช้สำหรับติดอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11.1.4 หลังจากทำการทดสอบก่อนการเก็บข้อมูลแล้ว ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการคลายอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (ภาคผนวก ญ) เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

11.1.5 ผู้วิจัยทำการออกแบบการทดลองวิจัยตามรูปแบบวิธีถ่วงดุลลำดับ (Counter balancing design) (ภาคผนวก ค) โดยการแบ่งออกเป็น 5 ลำดับ ลำดับละ 3 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) แต่ละลำดับจะทำการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด ทดสอบด้วยเครื่องฝึกและทดสอบพลังระเบิด (FT 700 Power system) กับโอลิมปิกบาร์เบล (Olympic barbell) และแผ่นเพิ่มน้ำหนัก ซึ่งวางไว้บนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) ในการทดสอบผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องกระโดดด้วย

ความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูงที่สุด 6 ครั้ง พักระหว่างการแบกน้ำหนักกระโดดแต่ละครั้ง 20 วินาที (เสกศักย์ ธิติศักดิ์, 2556) รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ใช้ในการทดสอบมี 5 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 90% + ยางยืด 10%)

รูปแบบที่ 2 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 80% + ยางยืด 20%)

รูปแบบที่ 3 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 70% + ยางยืด 30%)

รูปแบบที่ 4 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 60% + ยางยืด 40%)

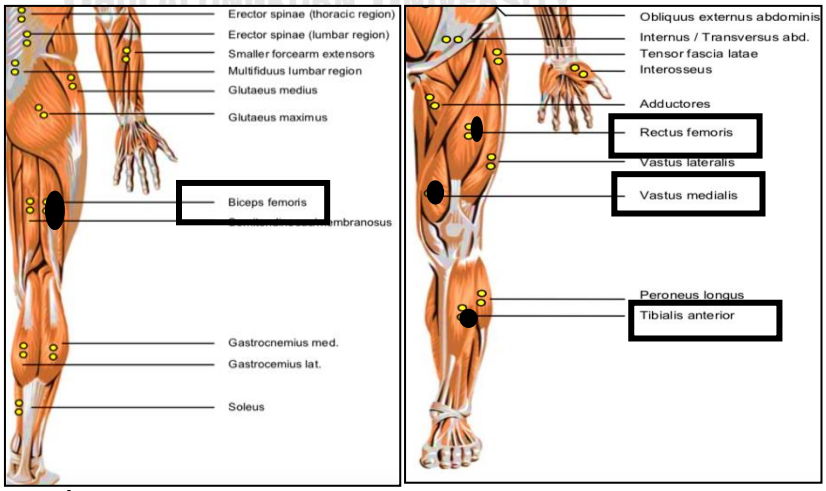
รูปแบบที่ 5 ความหนัก 30% 1 RM (แรงต้านจากฟรีเวท 50% + ยางยืด 50%)

หมายเหตุ: ในการวิจัยจะทำการทดสอบก่อนเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที/คน และทำการอ้างอิงรูปแบบการผสมผสานมาจกงานวิจัยของ (สุทธิกร อาภานุกูล, 2556)

11.2 **วันที่ทำการทดสอบเก็บข้อมูล** ในการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้ฟื้นตัวอย่างเต็มที่ เป็นผลให้ไม่มีการเกิดผลสะสมต่อเนื่องจากการทดสอบที่ให้ก่อนหน้า (Carry over effect) โดยจะทดสอบในเวลาเดิมทุกครั้ง

11.2.1 ผู้ช่วยวิจัยทำการติดอุปกรณ์วิเคราะห์การทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (ภาคผนวก ฉ) ของขาข้างที่ถนัด จำนวน 4 ตำแหน่ง (Mackala, Stodolka, Siemienski, & Coh, 2013) ดังนี้

1. กล้ามเนื้อ Rectus femoris
2. กล้ามเนื้อ Vastus medialis
3. กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis
4. กล้ามเนื้อ Tibialis anterior



รูปที่ 14 แสดงตำแหน่งที่ติด Electrode ด้านหลัง และด้านหน้า

(Konrad, 2005)

หลังทำการติอิเล็กโทรด (Electrode) เสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยจะทำการทดสอบหา Maximal voluntary contraction: MVC (ภาคผนวก ฉ) ก่อนการทดสอบ ซึ่งเป็นเวลาประมาณ 20 นาที

11.2.2 จากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายก่อนทำการทดสอบ เป็นเวลาประมาณ 5 นาที และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ในท่าที่ 1-10 (ภาคผนวก ญ) เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

ก่อนผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเข้าสู่กระบวนการทดสอบ ผู้วิจัยทำการทดสอบอุปกรณ์ก่อนการทดสอบจริง โดยการสอบเทียบ (Calibration) แผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) เครื่องฝึกและทดสอบพลังระเบิด (FT 700 Power system) (ภาคผนวก จ) และเครื่องมือการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) (ภาคผนวก ฉ)

11.2.3 ทำการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดด (ภาคผนวก ซ) ตามรูปแบบ (ภาคผนวก ค) โดยที่นำแท่นวัดแรงรุ่น 400S (400 Series force plate) มาวางไว้บนฐานของเครื่องเครื่องฝึกและทดสอบพลังระเบิด (FT 700 Power system) เพื่อใช้บันทึกข้อมูลขณะทำการทดสอบ เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหว เพื่อใช้ประกอบในการหาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของกล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior เพื่อแยกช่วงการกระโดดในการทดสอบ โดยในการทดสอบครั้งนี้ท่าแบกน้ำหนักกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase)

ทำการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดในการทดสอบครั้งนี้จะใช้การวัดมุมย่อเข่า 110 องศา (Gheller et al., 2015) ด้วยเครื่องวัดมุมข้อต่อ แล้วจึงดึงเชือกผูกกับเครื่องทดสอบพลังกล้ามเนื้อทั้ง 2 ข้าง และให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยย่อเขาจนสัมผัสเชือกได้แล้วทำการกระโดด เพื่อให้มุมของข้อเข่าเท่ากันทุกครั้ง

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการคำนวณแรงจากยางยืด (ตารางที่ 3 ในภาคผนวก ช) โดยมีความยาวการยืดออกของยางยืดที่เหมาะสมกับผู้ทดสอบแต่ละคน ในกรณีที่ผู้ทดสอบมีส่วนสูงที่ไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจะทำการปรับตำแหน่งของฐานที่ใช้วางดัมเบลที่ใช้ถ่วงยางยืดหรือทำการเลือกใช้ยางยืดที่ให้แรงต้านที่เท่ากัน เพื่อให้แรงต้านที่ได้จากยางยืดมีความหนักเท่ากันตามรูปแบบที่กำหนดไว้

11.2.4 หลังจากที่ทำการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดแล้ว ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องทำการคลายอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ในท่าที่ 1-10 (ภาคผนวก ญ) เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

หมายเหตุ : ในการทดสอบเก็บข้อมูลแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 60 นาที

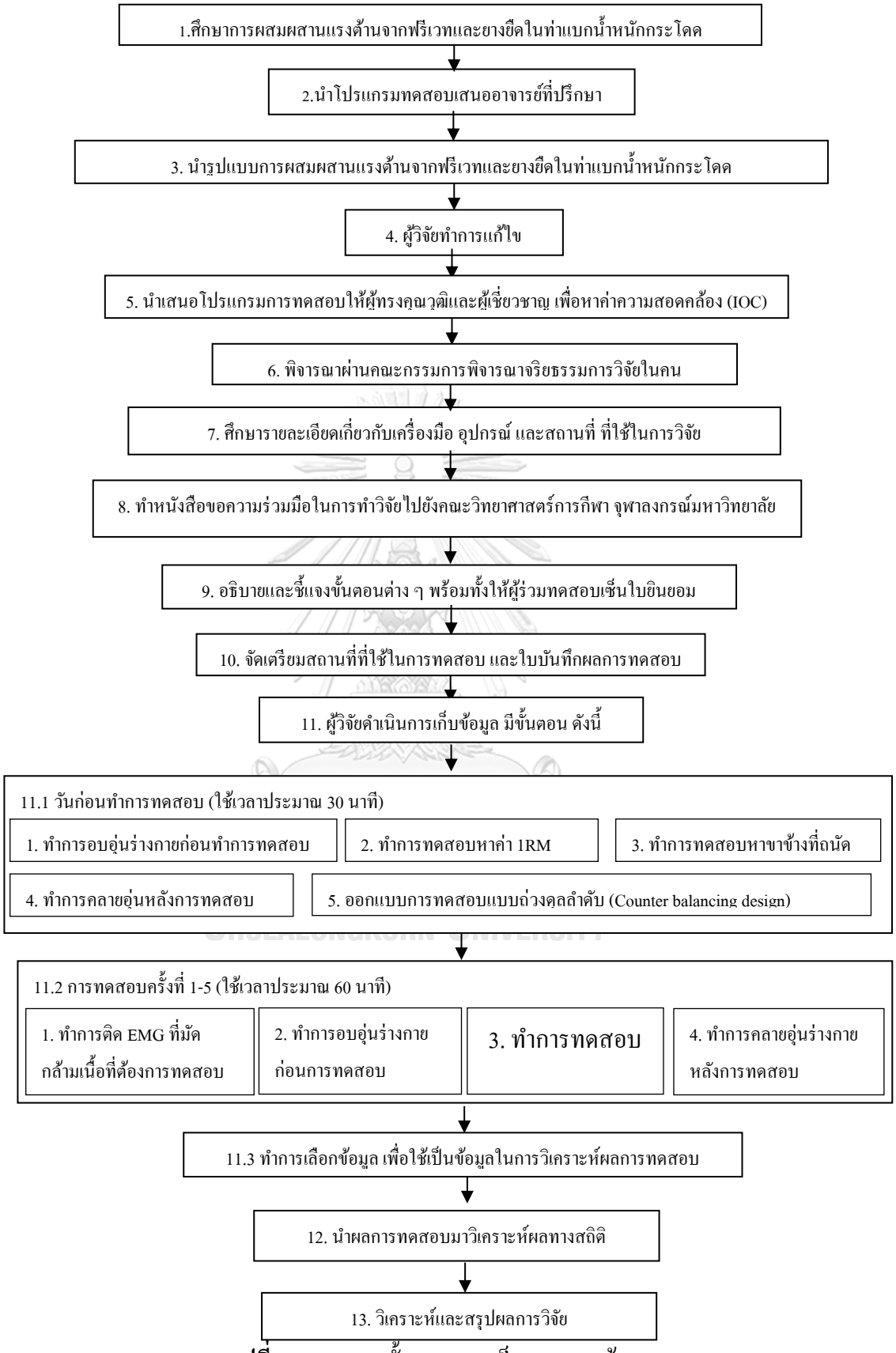
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

11.3 การเลือกข้อมูล ทำการเลือกค่าการกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase) ณ ครั้งที่ได้พลังสูงสุดที่มากที่สุดมาค่าเดียวจากการย่อกระโดด 6 ครั้ง หลังจากนั้นนำแรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของกล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ณ ครั้งที่เกิดพลังสูงสุดมาเป็นข้อมูล

12. นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

13. สรุปผลการวิจัย พร้อมทั้งเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 15 แผนภาพขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. เครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (FT 700 Power & Ballistic measurement system) ของบริษัท Innervations ผลิตที่เมืองเพิร์ท ประเทศออสเตรเลีย ประกอบไปด้วย

1.1 โปรแกรม Ballistic measurement software เวอร์ชั่น 2015.0.0

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

2. โอลิมปิกบาร์เบล (Olympic barbell)

3. แผ่นเพิ่มน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐอิลลินอยส์ เมืองชิคาโก ประเทศอเมริกา

4. นาฬิกาจับเวลา (Stop watch) ยี่ห้อ CITIZE QQ Stopwatch รุ่น MF01J-002Y ผลิตที่ประเทศญี่ปุ่น

5. ยางยืดแบบห่วง (Elastic resistance loop) เครื่องหมายการค้า Sanctband สีส้ม (Orange) สีเชอรี่ (Cherry) สีบลูเบอรี่ (Blueberry) และสีพลัม (Plum) ของบริษัท Sanctuary Health Sdn Bhd ผลิตที่ประเทศมาเลเซีย

6. เครื่องวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) Wave wireless EMG miniwave water proof: Cometa 5 Chanel ผลิตที่ประเทศอิตาลี ทำงานร่วมกับโปรแกรมวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลควบคุมในการติด Electrode ด้วยตัวเอง

6.1 Surface Electrode 5 Chanels

6.2 เบ็ดเตล็ด

6.2.1 แอลกอฮอล์และสำลี

6.2.2 ผ้าเทป เครื่องหมายการค้า Kinesio tape

6.2.3 แผ่นกาวกันน้ำระหว่างแผ่น Electrode และเครื่องรับสัญญาณ EMG

6.2.4 เจลขัดทำความสะอาดผิวหนัง (Nuprep-Skin Prep Gel)

7. ดัมเบลยกน้ำหนัก ขนาด 65 ปอนด์ จำนวน 2 ลูก ยี่ห้อ XERCORE ผลิตที่ประเทศอเมริกา

8. กล้องดิจิตอล ยี่ห้อ Cannon รุ่น EOS 70D ความเร็วในการบันทึกภาพ 30 Hz

9. แบบสอบถามข้อมูลของผู้ร่วมทดสอบ (ภาคผนวก ก) และแบบบันทึกผลการวิจัย (ภาคผนวก ข)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยทำการ วิเคราะข้อมูลห์ผ่านโปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป (Statistical package for the social sciences: SPSS version 23) เพื่อหาค่าสถิติที่เกี่ยวข้องดังนี้

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean)

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

3. วิเคราะห์ผลการทดสอบทุกรายระหว่างกลุ่ม โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) ของค่าพลังสูงสุด (Peak power) รวมทั้งองค์ประกอบของพลังสูงสุด คือ แรงสูงสุด (Peak force) กับความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของ LSD

4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีการทางสถิติที่ได้จากการศึกษาผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยใช้รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติและนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด

ตอนที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในท่าแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 13 คน

ข้อมูลพื้นฐาน	$\bar{X}$	**S.D.**
อายุ (ปี)	23.54	1.71
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	173.62	5.69
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	72.85	8.49
ค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาจากการย่อเข่าทำมุม 110 องศา	2.14	.43

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 13 คน มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 23.54 ± 1.71 ปี ส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 173.62 ± 5.69 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 72.85 ± 8.49 กิโลกรัม และค่าความแข็งแรงสัมพัทธ์ของกล้ามเนื้อขาจากการแบกน้ำหนักย่อเข่าทำมุม 110 องศาเท่ากับ 2.14 ± .43

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ของรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด

พลังสูงสุด	**รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด**					**F**	**p-value**
(Peak power)	**90:10** $\bar{X}$ **± S.D.**	**80:20** $\bar{X}$ **± S.D.**	**70:30** $\bar{X}$ **± S.D.**	**60:40** $\bar{X}$ **± S.D.**	**50:50** $\bar{X}$ **± S.D.**		
พลังสูงสุด (W)	2391.54 ± 497.19	2325.25 ± 335.06	2663.27 ± 531.92	2510.17 ± 404.73	2862.35 ± 555.40	5.398	.001*
แรงสูงสุด (N)	2085.32 ± 243.58	2172.49 ± 435.94	2113.42 ± 186.31	2164.70 ± 201.08	2037.60 ± 265.09	.769	.550
ความเร็วสูงสุด ($m \cdot s^{-1}$)	1.41 ± .53	1.28 ± .16	1.47 ± .32	1.34 ± .20	1.62 ± .45	2.747	.039*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

***p < .05**

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้รูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้รูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้รูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของพลังสูงสุดของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยใช้วิธีการของ LSD

รูปแบบ	$\bar{X}$	**90:10**	**80:20**	**70:30**	**60:40**	**50:50**
		2391.54	**2325.25**	**2663.28**	**2510.17**	**2862.35**
90:10	**2391.54**	-	-66.29	271.74*	118.63	470.81*
80:20	**2325.25**		-	338.03*	184.92	537.10*
70:30	**2663.28**			-	-153.11	199.08*
60:40	**2510.17**				-	352.18*
50:50	**2862.35**					-

***p < .05**

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 70:30 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด มากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 และ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด มากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของความเร็วสูงสุดของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด โดยใช้วิธีการของ LSD

รูปแบบ	**($m \cdot s^{-1}$)**	**90:10**	**80:20**	**70:30**	**60:40**	**50:50**
	$\bar{X}$	**1.41**	**1.28**	**1.47**	**1.34**	**1.62**
90:10	**1.41**	-	-.13	.06	- .07	.21*
80:20	**1.28**		-	.19	.06	.34*
70:30	**1.47**			-	-.13	.15
60:40	**1.34**				-	.28*
50:50	**1.62**					-

***p < .05**

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด มากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด

Electromyography	**รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด**					**F**	**p-value**
(EMG/MVC)	**90:10**	**80:20**	**70:30**	**60:40**	**50:50**		
	$\bar{X}$ **± S.D.**	$\bar{X}$ **± S.D.**	$\bar{X}$ **± S.D.**	$\bar{X}$ **± S.D.**	$\bar{X}$ **± S.D.**		
Rectus femoris	1.77 ± 1.10	1.47 ± 0.53	1.62 ± 0.88	1.38 ± 0.49	1.27 ± 0.23	1.101	.367
Vastus medialis	2.96 ± 1.81	2.78 ± 1.68	2.58 ± 1.97	2.24 ± 1.51	2.72 ± 1.44	.317	.866
Gastrocnemius medialis	2.08 ± 0.92	2.71 ± 1.83	1.92 ± 0.83	1.81 ± 0.70	2.12 ± 1.39	1.182	.330
Tibialis anterior	1.70 ± 0.96	2.62 ± 1.56	2.38 ± 1.79	1.97 ± 1.07	1.67 ± 1.05	3.303	.108

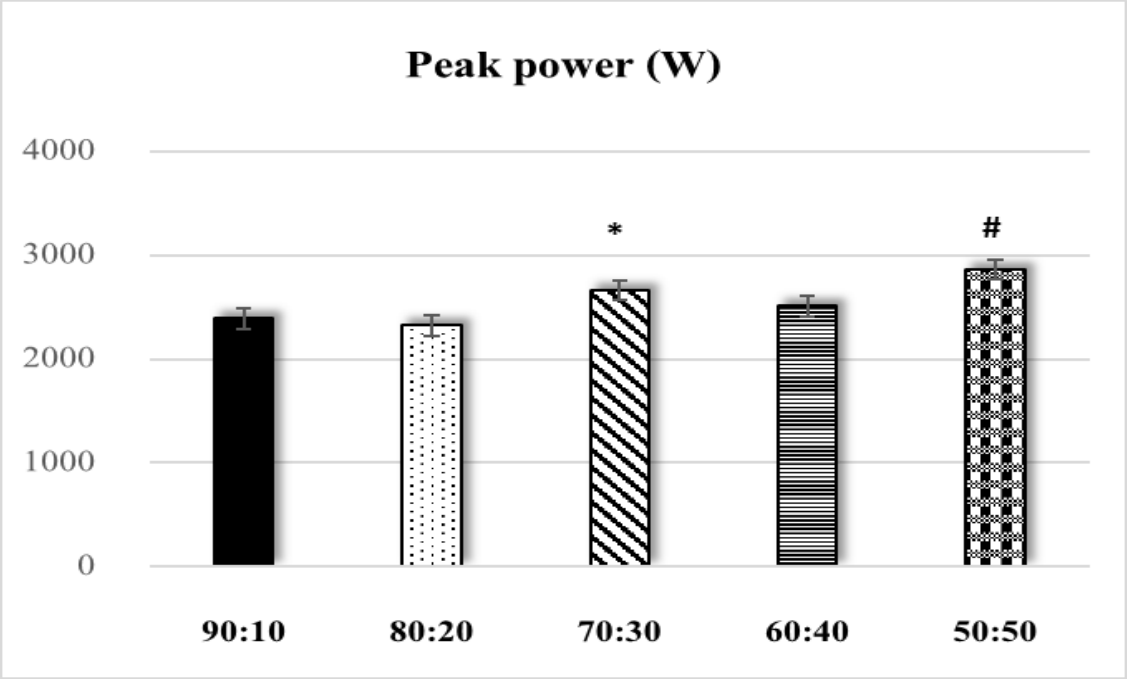
p > .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในท่าแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50

แผนภูมิที่ 1 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50



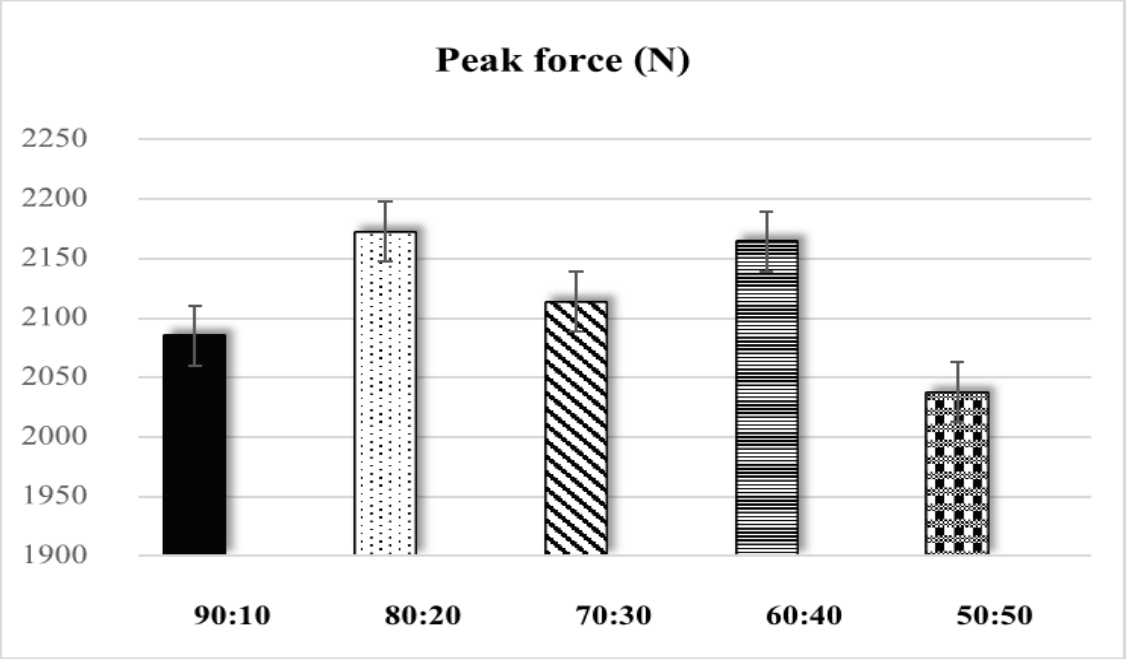
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากแผนภูมิที่ 1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด ของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด ผลการวิจัยพบว่า

***** รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 70:30 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด มากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 และ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด มากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

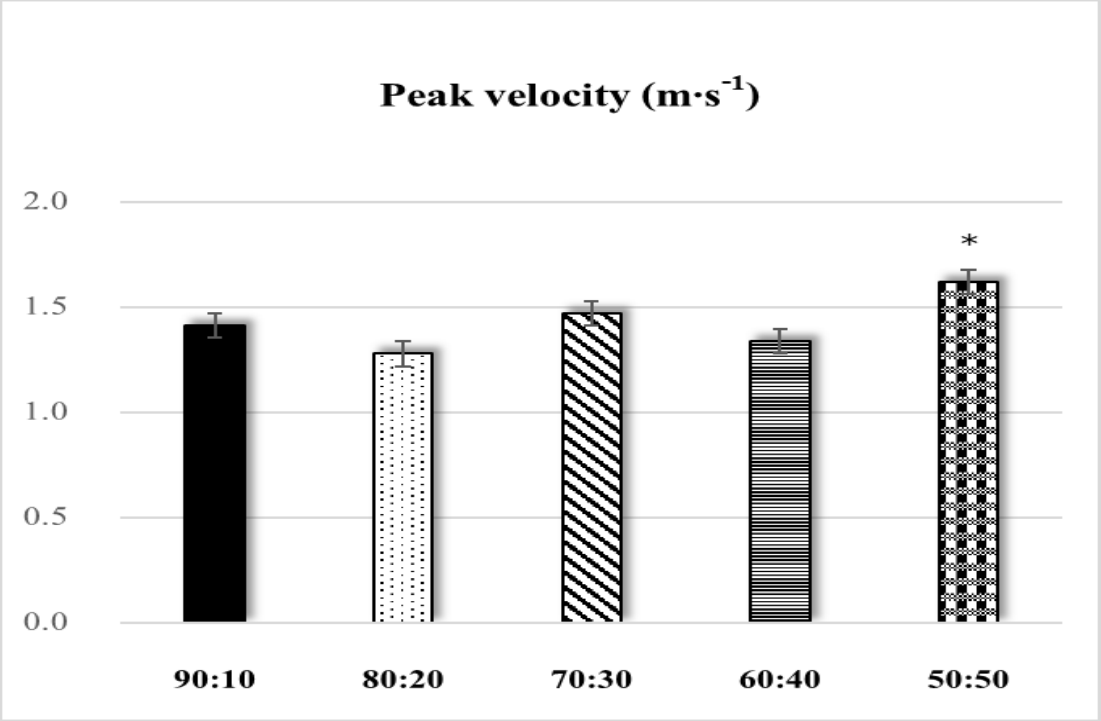
แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50



จากแผนภูมิที่ 2 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

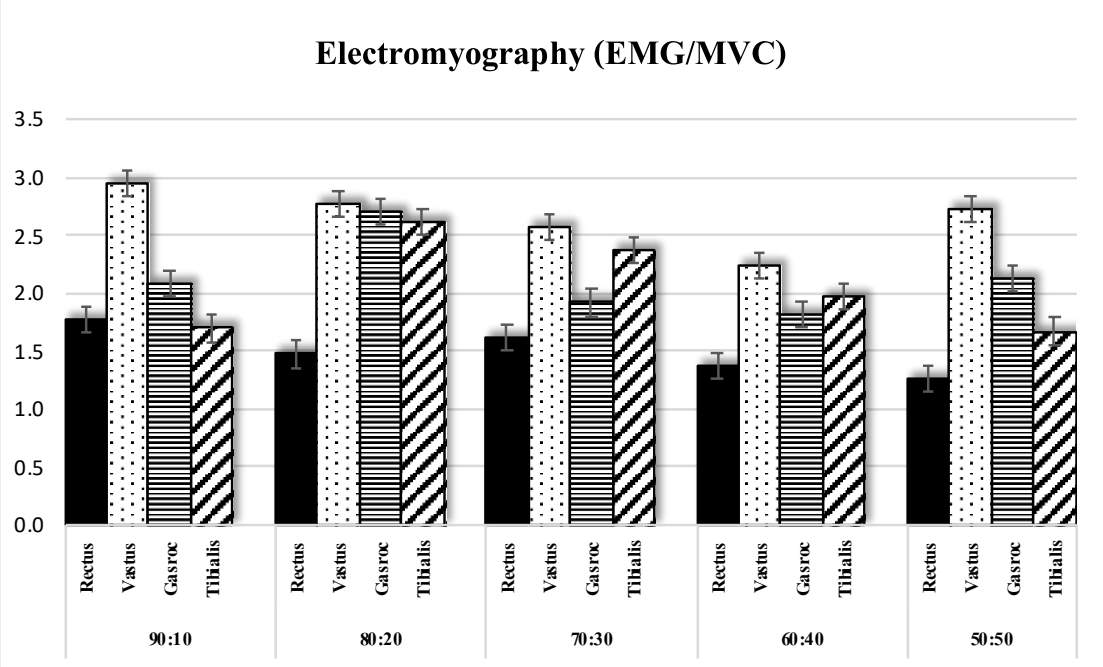
แผนภูมิที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50



จากแผนภูมิที่ 3 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด ของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

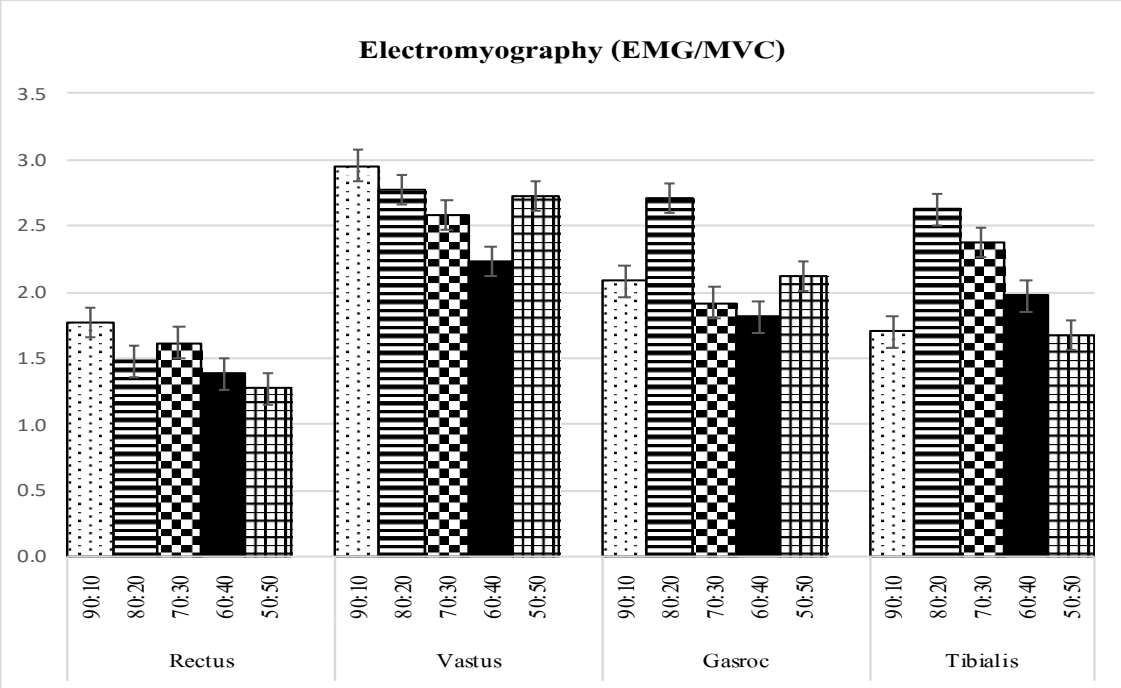
แผนภูมิที่ 4 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50



จากแผนภูมิที่ 4 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ของรูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด ผลการวิจัย พบว่า ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภูมิที่ 5 แผนภูมิแสดงคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus Femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด



จากแผนภูมิที่ 5 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus Femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของรูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดที่ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ในท่าแบกน้ำหนักกระโดด ผลการวิจัย พบว่า ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จะต้องผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีความแข็งแรงใกล้เคียงกัน คือ สามารถแบกน้ำหนักย่อเข่าทำมุม 110 องศา ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว และไม่มีปัญหาด้านการบาดเจ็บเกี่ยวกับกระดูกและกล้ามเนื้อที่เป็นอุปสรรคต่อการทำวิจัย ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนจะได้รับการทดสอบทั้ง 5 รูปแบบ ซึ่งได้แก่ การแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 แต่ละรูปแบบจะเว้นระยะเวลาห่างกันไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง ทำการทดสอบพลังสูงสุด (Peak power) และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) ในขณะทำการทดสอบ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยตัวแปรต่าง ๆ ของรูปแบบแรงต้านทั้ง 5 รูปแบบ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measure) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการ LSD ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด มากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีค่าเฉลี่ยของความเร็วสูงสุด มากกว่า รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุด ไม่แตกต่างกัน

3. รูปแบบแรงต้านของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 มีค่าเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาและเปรียบเทียบผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้คือ การแบกน้ำหนักกระโดด ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็มจากฟรีเวท โดยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในรูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 จะส่งผลต่อพลังสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัย จึงอภิปรายผลการทดลองดังนี้

พลังกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานด้วยความเร็วสูงสุด จากสูตรพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) เท่ากับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) คูณด้วยความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Speed of muscular contraction) (Wilson et al.,1993) จากการศึกษาเห็นได้ว่า รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุด มากกว่า รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพราะรูปแบบการผสมผสานของแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มีความเร็วสูงสุด มากกว่า รูปแบบการผสมผสานของแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แรงสูงสุดของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ไม่แตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งนี้ทำท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีการย่อลงแล้วกระโดดขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยความพยายามสูงสุด จึงส่งผลให้ในขณะที่แบกน้ำหนักกระโดดด้วยรูปแบบของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 กล้ามเนื้อมีการหดตัวได้เร็วที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ได้รับแรงต้านจากฟรีเวทน้อยที่สุด แต่ได้รับแรงต้านจากยางยืดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น ๆ จึงส่งผลให้เคลื่อนที่ได้ความเร็วสูงสุด ขณะที่แบกน้ำหนักกระโดดกล้ามเนื้อจะได้รับแรงต้านเพิ่มขึ้นในขณะที่ย่อตัวลงเพื่อ

จะกระโดด ส่งผลให้กล้ามเนื้อออกแรงหดตัวเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะเอาชนะแรงที่มาจากยางยืด (Wallance et al., 2006; Israetel et al., 2010; Stevenson et al., 2010) ส่งผลให้การถ่ายโยงแรงเพื่อที่จะกระโดดขึ้นทำได้ดีกว่ารูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 ดังนั้นเมื่อมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดที่มาก แต่แรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่มีค่าเท่ากัน จึงส่งผลให้พลังสูงสุดของการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 มากที่สุด

จากผลการศึกษาของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ พบว่า คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อทั้ง 4 มัด ได้แก่ กล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ของรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในรูปแบบ 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ไม่พบความแตกต่างกัน แสดงว่ากล้ามเนื้อกลุ่มดังกล่าวน่าจะทำงานไม่แตกต่างกับรูปแบบของแรงต้านต่างกัน แต่จากการพิจารณาผลของพลังสูงสุดที่รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทกับยางยืด 50:50 พบพลังสูงสุดเฉลี่ย สูงกว่า รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในรูปแบบ 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงน่าจะกล่าวได้ว่าที่รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทกับยางยืด 50:50 กล้ามเนื้อกลุ่มดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่ารูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดใน 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 ในการสร้างพลังกระโดดอย่างมีนัยสำคัญ รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทกับยางยืด 50:50 จึงน่าจะเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกว่ารูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดใน 90:10 80:20 70:30 และ 60:40 ในการฝึกกลุ่มกล้ามเนื้อดังกล่าวให้สามารถระเบิดพลังได้ดี

ท่าแบกน้ำหนักกระโดดเป็นวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อรูปแบบหนึ่งที่ทำให้กล้ามเนื้อแสดงความสามารถในการออกแรงภายในระยะเวลาสั้นๆ โดยต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อในวงจรหดสั้น (Stretch shortening cycle) ในขณะทำการแบกน้ำหนักกระโดดกล้ามเนื้อจะมีการทำงานจากการหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric contraction) จนสุดความยาวทำให้เกิดสภาพตึงตัวสูงสุดและสะสมพลังระเบิด ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นการหดตัวแบบหดสั้นเข้า (Concentric contraction) แบบทันทีทันใด (Umberger, 1998) จึงทำให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวเพิ่มขึ้น และส่งผลให้ออกแรงได้มากขึ้น (วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ ถาวร กมุทศรี, 2557) จากการศึกษาข้างต้นทำให้ทราบไว้ว่ารูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 สามารถช่วยพัฒนาพลังสูงสุดได้ จึงเหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้กับกีฬาที่เกี่ยวข้องกับการกระโดดได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผลการวิจัย

การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด ที่ความหนัก 30 เปอร์เซ็นต์ ของ 1RM ในรูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 สามารถพัฒนาพลังสูงสุดได้ดีกว่ารูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 90:10 80:20 70:30 และ 60:40

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด ที่ความหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม เป็นวิธีที่ควรนำใช้ในการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้รูปแบบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด 50:50 เพราะเป็นรูปแบบที่สามารถพัฒนาพลังสูงสุดได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืด ที่ความหนัก 30% ของ 1 อาร์เอ็ม เพื่อดูผลของพลัง และอัตราการพัฒนาแรง

2. ควรนำผลการวิจัยไปประยุกต์กับการฝึกในนักกีฬาที่เกี่ยวข้องกับการกระโดด เช่น วอลเลย์บอล บาสเกตบอล กรีฑาประเภทกระโดด เพื่อพัฒนาพลังสูงสุดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Albernethy, B., Kippers, V., Hanrahan, S., Pandey, M., McManus, A., & Mackinnon, L. (2005). *The Biophysical Foundations of Human Movement*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Andersen, V., Fimland, M. S., Kolnes, M. K., & Saeterbakken, A. H. (2015). Elastic resistance Bands in Combination with Free Weights in Strength Training: Neuromuscular Effects. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29*(10), 2932-2940.

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

Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench press throws in highly trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 15*(1), 20-24.

Baker, D., & Newton, R. D. (2005). Methods to increase the effectiveness of maximal power training for upper body. *Journal of Strength and Conditioning Research, 27*(24-32).

Bellar, D. M., Muller, M. D., Barkley, J. E., Kim, C. H., Ida, K., Ryan, E. J., . . . Glickman, E. L. (2011). The effects of combined elastic resistance- and free-weight tension vs. free-weight tension on one-repetition maximum strength in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(2), 459-463.

Berning, J., Coker, A., & Briggs, D. (2008). The biomechanical and perceptual influence of chain resistance on the performance of the Olympic clean. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22*, 290-395.

Bompa, T. O. (1999). *Periodization training for sport: Programs for peak strength in 35 sports*. Toronto, Canada: Veritas.

Bompa, T. O., & Carrera, M. (2005). *Periodization Training for Sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Chu, D. A. (2001). *Explosive power. In B. Foran (Ed.). High-performance sports conditioning*. Champaigh, Illionis: Human Kinetic.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Coker, C. A., Berning, J. M., & Briggs, D. (2006). A preliminary investigation of the biomechanical and perceptual influence of chain resistance on the performance of the snatch. *Journal of Strength and Conditioning Research, 20*, 887-891.

Corbin, C. B., Welk, G. J., Corbin, W. R., & Welk, K. A. (2008). *Concepts of fitness and wellness*. Americans, New York: The McGraw-Hill companies.

Corporation, K. (2011). When is a pound not a pond? Keiser compares iron and air

Cox, R. C., & Vargas, J. S. (1996). *A comparison of item selection techniques for norm-referenced and criterion-referenced tests*. Chicago: IL: Paper presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education.

Cronin, J., & Crewther, B. (2004). Training volume and strength and power development. *Journal Science Medicine Sport, 7*(2), 144-155.

Everett, G. (2011). *Olympic weightlifting: a complete guide for athletes and coaches*. The United States of American: Catalyst Athletics.

Findley, B. W. (2004). Point/counterpoint: training with rubber bands. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(6), 68-69.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs* Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Frost, D., Cronin, J., & Newton, R. (2010). A biomechanical evaluation of resistance: fundamental concepts for training and sports performance. *Sports Medicine, 40*(4), 303-326.

Garhammer, J., & Gregor, R. (1992). Propulsion forces as a function of intensity for weightlifting and vertical jumping. *Journal of Applied Sport Science Research, 6*(3), 129-134.

Gheller, R. G., Pupo, J. D., Ache-Dias, J., Detanico, D., Padulo, J., & Santos, S. G. (2015). Effect of different knee starting angles on intersegmental coordination and performance in vertical jumps. *Human Movement Science, 42*, 71-80.

Ghigiarelli, J. J., Nagle, E. F., Gross, F. L., Robertson, R. J., Irrgang, J. J., & Myslinski, T. (2009). The effects of a 7-week heavy elastic resistance band and weight chain program on upper-body strength and upper-body power in a sample of division 1-AA football players. *Journal of Applied Sport Science Research, 23*(3), 756-764.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Glass, S. C., & Armstrong, T. (1997). Electromyographical Activity of the Pectoralis Muscle during Incline and Decline Bench Presses. *Journal of Strength and Conditioning Research, 11*(3), 163-167.

Harman, E., Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *The biomechanics of resistance exercise (Eds)*. In Essentials of Strength and Conditioning Champaign, IL: Human Kinetics.

Heinecke, M., Jovick, B., Cooper, Z., & Wicehert, J. (2004). Comparison of strength gain in variable resistance bench press and isotonic bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research, 18*, 10.

Heyward, A. J. (1988). Inhibitory effects of copper and zinc sulphates on fertilization in corals. *In Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium, Australia, 2*, 299-303.

Hill, D. W. (1995). Energy cost of middle distance running races. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 27*(5), 45.

Hori, N., Newton, R. U., Andrews, W. A., Kawamori, N., McGuigan, M. R., & Nosaka, K. (2008). Does performance of hang power clean differenriate performance of jumping, sprinting, and changing of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22*(412-418).

Ingham, S. (2006). *The physiology of strength training*. Edinburgh: Elsevier Ltd.

Israetel, M. A., McBride, J. M., Nuzzo, J. L., Skinner, J. W., & Dayne, A. M. (2010). Kinetic and kinematic differences between squats performed with and without elastic resistance bands. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(1), 190-194.

Kaneko, M., Fuchimoto, T., Tojil, H., & Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. Scandinavian Journal Sports Science, 5, 50-55.

Kim, C. Y., Choi, J. D., Kim, S. Y., Oh, D. W., Kim, J. K., & Park, J. W. (2014). Comparison between muscle activation measured by electromyography and muscle thickness measured using ultrasonography for effective muscle assessment. *Journal Electromyogr Kinesiol, 24*(5), 614-620.

Konrad, P. (2005). The ABC of EMG. *A practical introduction to kinesiological electromyography, 1*.

Lander, J. E., Bates, B. T., Sawhill, J. A., & Hamill, J. (1985). A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 17*(3), 344-353.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mackala, K., Stodolka, J., Siemienski, A., & Coh, M. (2013). Biomechanical Analysis of Jump Squatsand Countmovement Jump from Varying Starting. *Journal of Strength Conditioning Research, 27*(10), 2650-2661.

Makaya, I. (2007). Martial arts conditioning: Elastic resistance resistance band training. Retrieved from http://www.martialartsunltd.co.uk.

McBride, J. M., Triplett-McBride, T. T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy vs. light load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength Conditioning Research,* 16(75-82).

McCurdy, K., Langford, G., Ernest, J., Jenkerson, D., & Doscher, M. (2009). Comparison of chain- and plate-loaded bench press training on strength, joint pain, and muscle soreness in Division II baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*(1), 187-195.

McMaster, D. T., Cronin, J., & McGuigan, M. R. (2010). Quantification of rubber and chain-based resistance modes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 24*(8), 2056-2064.

McMaster, D. T., Cronin, J., & McGuigan. (2009). Forms of Variable Resistance Training. *Strength and Conditioning Journal, 31*(1), 50-64.

Moritani, T., Muro, M., Ishida, K., & Taguchi, S. (1987). Electrophysiological analyses of the effects of muscle power training. *Research Journal of Physical Education in Japan, 1*, 23-32.

Newton, R. U., Kraemer, K., Hakkinen, K., Humphries, B. J., & Murphy, A. J. (1996). Kinenatics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of Applied Biomechanics, 12*, 31-43.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed method training strategy. *Journal of Strength and Conditioning Research, 16*(5), 20-31.

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

Ozdemir, S. N., Ozbar, N., & Agopyan, A. (2018). Effects of 8-Week Thera-Band Training on Spike Speed, Jump Height and Speed of Upper Limb Performance of Young Female Volleyball Players. *International Journal of Applied Exercise Physiology, 7*(1), 63-76.

Paditsaeree, K., Intiraporn, C., & Lawsirirat, C. (2016). Comparison between the Effects of Combining Elastic resistance and Free-Weight Resistance and Free-Weight Resistance on

Force and Power Production. *Journal of Strength and Conditioning Research, 30*(10), 2713-2722.

Page, P., & Ellenbecker, T. (2003). *The Scientific and Clinical Application of Elastic Resistance Resistance*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Patterson, R. M., Jansen, C. W. S., Hogan, H. A., & Nassif, M. D. (2001). Material Properties of Thera-Band Tubing. *Physical therapy, 81*(8), 1437-1445.

Powers, S. K., & Dodd, S. L. (2009). *Total fitness and wellness*. Sanfrancisco: Pearson.

Rhea, M. R., Kenn, J. G., & Dermody, B. M. (2009). Alterations in speed of squat movement and the use of accommodated resistance among college athletes training for power. *Journal of Strength and Conditioning Research, 23*(9), 2645-2650.

Rhea, M. R., Peterson, M. D., Oliverson, J. R., Ayllon, F. N., & Potenziano, B. J. (2008). An examination of training on the Vertimax resisted jumping device for improvements in lower body power in highly trained college athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22*, 735-740.

Saeterbakken, A. H., Andersen, V., & Tillaar, R. (2016). Comparison of Kinematics and Muscle Activation in Free-Weight Back Squat with and Without Elastic Resistance Bands. *Journal of Strength and Conditioning Research, 30*(4), 945–952.

Schilling, B. K., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Fry, A. C., Coglianese, R. H., & Pierce, K. C. (2002). Snatch technique of collegiate national level weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research, 16*(4), 551-555.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2006). *Sport physiology for coaches*. Champaigh, IL: Human Kinetic.

Shoepe, T. C., Ramirez, D. A., Rovetti, R. J., Kohler, D. R., & Almstedt, H. C. (2011). The Effects of 24 weeks of Resistance Training with Simultaneous Elastic resistance and Free Weight Loading on Muscular Performance of Novice Lifters. *Journal of Human Kinetics, 29*, 93-106.

Simmons, L. P. (1999). Bands and chains. *Power lifting USA, 22*, 26-27.

Simoneau, G. G., Bereda, S. M., Sobush, D. C., & Starsky, A. J. (2001). Biomechanics of Elastic Resistance Resistance in Therapeutic Exercise Programs. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy, 31*(1), 16-20.

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

Stoppani, J., & Velazquez, E. (2010). Chain Reaction.

The American college of sports medicine. (2005). Selecting and effectively using rubber band resistance exercise. ACSM's Consumer Information Committee. Retrieved from http://www.acsm.org/docs/brochures/selecting-and-effectively-using-rubber-band-resistance-exercise.pdf

Thomas, G. A., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Anderson, J. M., & Maresh, C. M. (2007). Maximal power at different percentages of one repetition maximum: influence of resistance and gender. *Journal of Strength and Conditioning Research, 21*, 336-342.

Umberger, R. (1998). Mechanics of the vertical jump and two joint muscles: implication for training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 70-74.

Van Melick, N., Meddeler, B. M., Hoogeboom, T. J., Nijhuis-vander Sanden, M. W. G., & Van Cingel, R. E. H. (2017). How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PLoS ONE, 12*(12), 1-9.

Wallace, B. J., Winchester, J. B., & McGuigan, M. R. (2006). Effects of elastic resistance bands on force and power characteristics during the back-squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research, 20*(2), 268–272.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Warpeha, J. M. (2002). Accommodating resistance. *NSCA's performance training journal, 4*, 22-23.

Weineck, J. (1990). *Optimalcs Training*. Erlange: Perimed Fachbuch.

Wilson, G. J. (1994). Strength and power in sport. *Applied anatomy and biomechanics in sport*, 110-208.

Wilson, G. J., Newton, R. U., Merphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise,* 25, 1279-1286.

Yessis, M. (2000). Explosive Golf: Using the Science of Kinesiology to Improve Your Swing [Press release]

กมลมาศ เบญจพลสิทธิ์. (2556). ผลฉับพลันของการใช้ยางยืดที่มีแรงต้านต่างกันต่อพลังสูงสุดของการกระโดดแนวดิ่งในนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2557). การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ *Dynamic stretching* สำหรับนักกีฬา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

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

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. (2547). เทคนิคและโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: เอกสารประกอบการสอนคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

นิธิพงศ์ กิมาวหา. (2548). ผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา), ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันธ์วดี อินทรมณี. (2555). การเปรียบเทียบระหว่างการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดกับการฝึกกระโดดด้วยยางยืดแบบมีลูกรอกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อสูงสุดในการกระโดดแนวดิ่งของนักกีฬาวอลเลย์บอลเยาวชนหญิง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รังสฤษฏ์ จำเริญ. (2552). ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความเร็วในการเตะเหยียบลงของนักกีฬาเทควันโดในมหาวิทยาลัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา), ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เรณู พรหมเนตร. (2542). การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อสะโพกและขาควบคู่กับการเคลื่อนไหวสองมิติในท่าสแนทช์ของนักกีฬายกน้ำหนักเยาวชน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีนัส ดอกจันทร์. (2555). การเปรียบเทียบผลของการฝึกแรงต้านสองรูปแบบที่มีต่อความเร็วและแรงของการเตะเหยียบลงในนกักีฬาเทควันโดหญิง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรวัฒน์ ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และ ถาวร กมุทศรี. (2557). การเปรียบเทียบสมรรถภาพการกระโดดระหว่างนักกีฬาทีมวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทยและยุวชน ทีมชาติไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล, *14*(2), 17-24.

สุทธิกร อาภานุกูล. (2556). การพัฒนารูปแบบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก กับการฝึกด้วยแรงดันอากาศเพื่อเพิ่มพลัง อดทนในนักกีฬาเทนนิส. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสกศักย์ ธิติศักดิ์. (2556). การเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงกับแบบประเพณีนิยมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิโชติ วงศ์ชดช้อย. (2554). ผลการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้ทิศทางการฝึกกระโดดต่างกันที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อในนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา), คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามข้อมูลของผู้ร่วมทดสอบ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามต่อไปนี้จะเป็นความลับและใช้ในงานวิจัยเท่านั้น

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมทดสอบ รหัส.....

วัน/เดือน/ปี เกิด.....

อายุ..... ปี ..... เดือน

น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง…….....เซนติเมตร

ค่าความแข็งแรงสูงสุดในการแบกน้ำหนักย่อเข่า 110 องศา …….....กิโลกรัม

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลทางด้านสุขภาพของผู้ทดสอบ

2.1 ท่านป่วยเป็นโรคหัวใจ หอบหืด ความดันโลหิตหรือไม่? (ถ้ามีโปรดระบุ)

☐ มี ☐ ไม่มี (โปรดระบุ) ……

2.2 ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บรุนแรงหรือไม่ (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) ……..……

2.3 ท่านเคยได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยการผ่าตัดของกล้ามเนื้อ และข้อต่อหรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) ……..……

2.4 ในระยะเวลา 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการทดสอบ ท่านได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยวิธีการที่มากกว่าการทานยา หรือยาถูนวด หรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)

☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) ……..……

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปผลแบบสอบถามสุขภาพ

☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ ☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยไม่ได้

……

(นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์)

ผู้ดำเนินการสอบถาม

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกผลการทดสอบ

ตารางบันทึกผลการทดลองพลังสูงสุด แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด

วันที่..... การผสมผสานน้ำหนักกับยางยืดในรูปแบบ ..... ช่วง .....

ลำดับ	รหัส	Peak power (Watt)	Peak force (Newton)	Peak velocity (m/s)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางบันทึกผลการทดสอบคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

วันที่..... การผสมผสานน้ำหนักกับยางยืดในรูปแบบ ..... ช่วง .....

ลำดับ	รหัส	Electromyography: EMG			
		Rectus femoris	**Vastus medialis**	**Gastrocnemius med**	**Tibialis anterior**
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

หมายเหตุ: แบบบันทึกผลการทดสอบ (ภาคผนวก ข) มีอย่างละ 5 ตาราง ตามรูปแบบการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

รูปแบบการวิจัยแบบถ่วงดุลลำดับ (Counter balancing design)

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รูปแบบการวิจัยแบบถ่วงดุลลำดับ (Counter balance design) (Best & Khan, 1986) โดยจัดกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) และกลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่ม ได้รับการทดลองทุกรูปแบบทั้ง 5 รูปแบบ (ตารางที่ 1)

รูปแบบที่ 1 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 90%+ยางยืด 10%)

รูปแบบที่ 2 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 80%+ยางยืด 20%)

รูปแบบที่ 3 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 70%+ยางยืด 30%)

รูปแบบที่ 4 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 60%+ยางยืด 40%)

รูปแบบที่ 5 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 50%+ยางยืด 50%)

ตารางที่ 1 ตารางแบ่งกลุ่มเก็บข้อมูลด้วยวิธีการถ่วงดุลลำดับ

สัปดาห์/รูปแบบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	A	E	D	C	B
2	B	A	E	D	C
3	C	B	A	E	D
4	D	C	B	A	E
5	E	D	C	B	A

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A, …, E = กลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

X_1 = รูปแบบที่ 1 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 90%+ยางยืด 10 %)

X_2 = รูปแบบที่ 2 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 80%+ยางยืด 20 %)

X_3 = รูปแบบที่ 3 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 70%+ยางยืด 30 %)

X_4 = รูปแบบที่ 4 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 60%+ยางยืด 40 %)

X5 = รูปแบบที่ 5 ใช้น้ำหนักในการทดสอบ 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 50%+ยางยืด 50 %)

ภาคผนวก ง

การทดสอบหาความแข็งแรงสูงสุด (1RM)

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติดังนี้ (Kraemer et al., 2006)

1. ทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลาประมาณ 5 นาที และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ท่าที่ 1-10 (ภาคผนวก ญ) เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

2. ทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือ 10–15 ครั้งด้วยความหนักที่เบา

3. ผู้วิจัยให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยประมาณน้ำหนักที่สามารถยกได้ 3-4 ครั้ง (ตารางที่ 2) ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการยกน้ำหนักด้วยท่าควอเตอร์สควอท เพื่อใช้ในการหาค่าความแข็งแรงสูงสุด (1RM) และผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการยกน้ำหนักจนกว่าจะไม่สามารถทำการยกได้

4. นำความหนักที่ได้มาคำนวณเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด (1RM) โดยใช้ตารางการเปรียบเทียบของ เครเมอร์ (Kraemer et al., 2006) (ตารางที่ 2) และใช้คำนวณหาน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบหาค่าความแข็งแรงสูงสุด (1RM) (Kraemer et al., 2006)

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

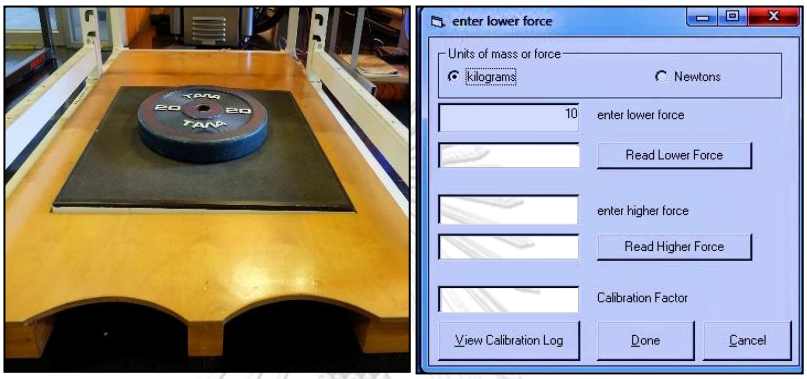
ภาคผนวก จ

การทดสอบพลังสูงสุด

การสอบเทียบ (Calibration) แผ่นตรวจรับแรงกระแทกของเครื่องฝึกและทดสอบกล้ามเนื้อแรงระเบิด (Ballistic Measurement System)

วิธีการสอบเทียบเครื่องมือแผ่นตรวจรับแรงกระแทก

1. วางแผ่นน้ำหนักจำนวนหนึ่งลงบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก พร้อมทั้งป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์หน่วยเป็นนิวตัน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงการวางแผ่นน้ำหนักจำนวนหนึ่งลงบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก

2. วางแผ่นน้ำหนักเพิ่มลงไปบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก พร้อมทั้งป้อนค่าลงในซอฟท์แวร์หน่วยเป็นนิวตัน (รูปที่ 2)

รูปที่ 2 วางแผ่นน้ำหนักเพิ่มลงไปบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก

3. ซอฟท์แวร์จะทำการวิเคราะห์ และบันทึกข้อมูลการสอบเทียบ

หมายเหตุ: ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้แผ่นเหล็กเพิ่มน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐอิลลินอยส์ เมืองชิคาโก ประเทศอเมริกา (รูปที่ 3)

รูปที่ 3 แผ่นเหล็กเพิ่มน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ของบริษัท ELEIKO Sport AB ผลิตที่รัฐอิลลินอยส์ เมืองชิคาโก ประเทศอเมริกา

การทดสอบพลังสูงสุด

อุปกรณ์ที่ใช้

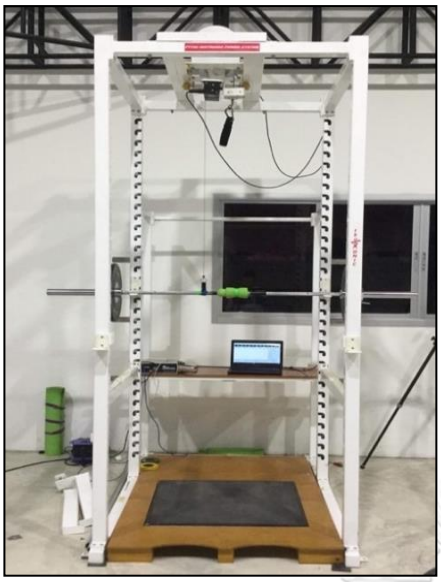
1. เครื่อง FT 700 Power System (รูปที่ 4)

2. โอลิมปิกบาร์เบล (Olympic barbell) (รูปที่ 5)

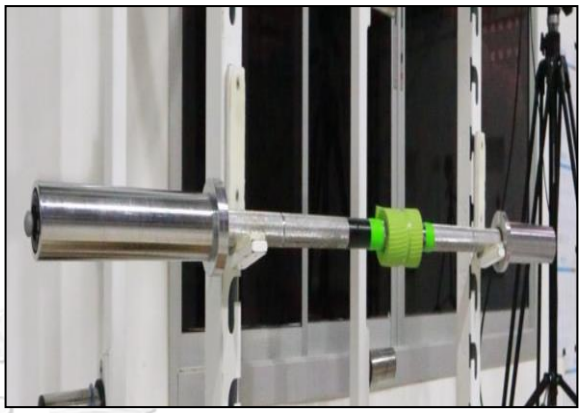
3. Ballistic measurement software เวอร์ชั่น 2015.0.0 ของบริษัท Innervations ผลิตที่เมืองเพิร์ท ประเทศออสเตรเลีย (รูปที่ 6)

5. แผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) รุ่น 400S (400 series performance force plate) ขนาด 795 mm x 795 mm x 60 mm ของบริษัท Fitness Technology ผลิตที่เมืองแอดิเลด ประเทศออสเตรเลียบันทึกในงานวิจัยครั้งนี้ที่ความถี่ 200 Hz (รูปที่ 7)

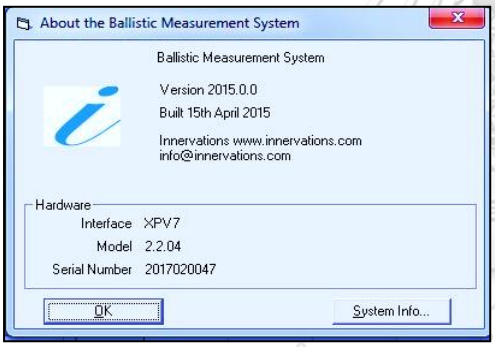
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



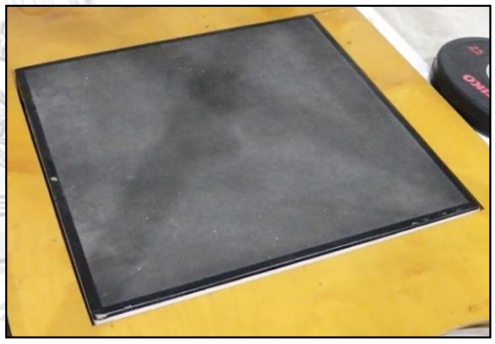
รูปที่ 4 เครื่อง FT 700 Power System



รูปที่ 5 โอลิมปิกบาร์เบล (Olympic Barbell)



รูปที่ 6 แสดง Ballistic measurement Software เวอร์ชั่น 2015.0.0



รูปที่ 7 แสดงแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate)

ขั้นตอนและวิธีการทดสอบ

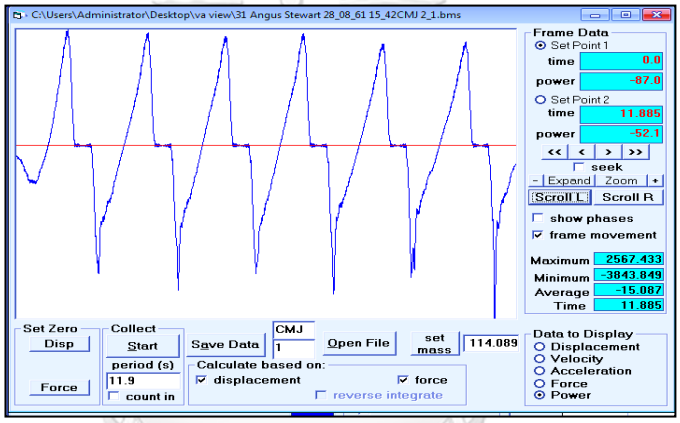
1. ทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลาประมาณ 5 นาที และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ในท่าที่ 1-10 (ภาคผนวก ญ) เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

2. หลังทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จเรียบร้อย ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการยกน้ำหนักในท่าทางที่ใช้ในการทดสอบประมาณ 8-10 ครั้ง จากนั้นผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าไปยืนเตรียมตัวทดสอบบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate) พร้อมทำการทดสอบ

3. เมื่อได้ยินสัญญาณเริ่มให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดด้วยการย่อเข่าทำมุม 110 องศา (Gheller et al., 2015) โดยกระโดดด้วยความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูงที่สุด 6 ครั้งไม่ต่อเนื่อง พักระหว่างการย่อกระโดดแต่ละครั้ง 20 วินาที (เสกศักย์ ธิติศักดิ์, 2556) และเก็บเป็นข้อมูล

4. นำพลังสูงสุดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase) ด้วยโปรแกรม Ballistic measurement software เวอร์ชั่น 2015.0.0 เพื่อใช้เป็นข้อมูล (รูปที่ 8) เพื่อเตรียมวิเคราะห์ผล การเลือกข้อมูลให้เลือกค่าการกระโดดครั้งที่ได้พลังสูงสุดที่มากที่สุดมาค่าเดียวจากการกระโดดทั้ง 6 ครั้งไม่ต่อเนื่อง พักระหว่างการย่อกระโดดแต่ละครั้ง 20 วินาที (เสกศักย์ ธิติศักดิ์, 2556) และนำครั้งที่ได้แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด ณ ขณะที่เกิดพลังสูงสุดมาเป็นข้อมูล (รูปที่ 9)

5. นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

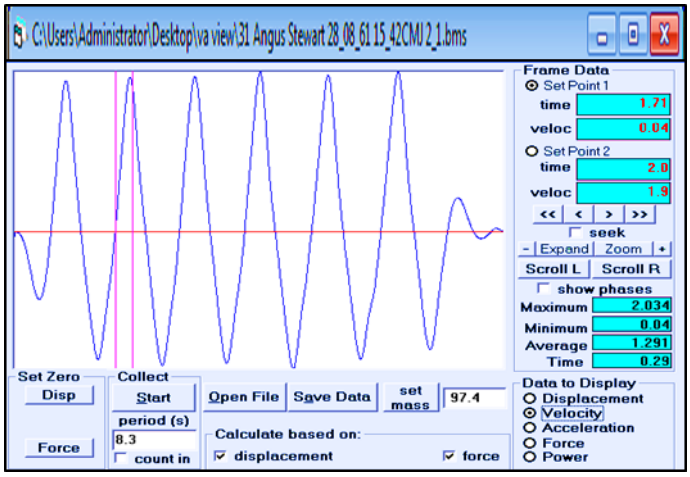


รูปที่ 8 แสดงค่าการกระโดดทั้ง 6 ครั้ง จากโปรแกรม Ballistic Measurement software

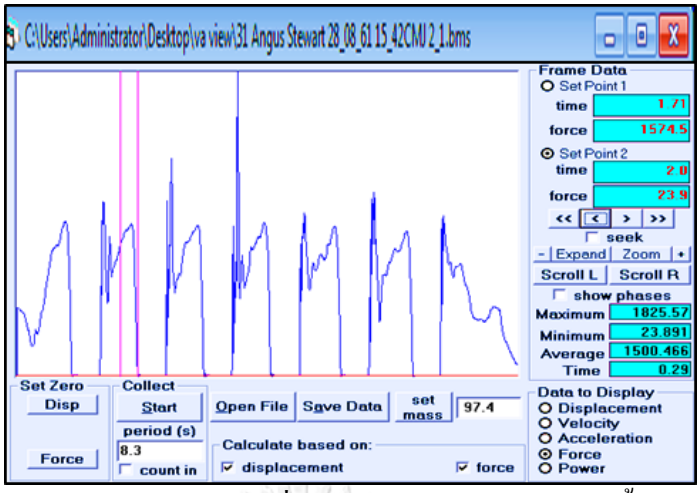
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิธีการดึงข้อมูลผลการทดลองจากซอฟต์แวร์ ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsive Phase)

ช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsive Phase)



รูปที่ 9 จุดเริ่มต้นเป็นตำแหน่งที่เริ่มมีค่าความเร็วเป็นค่าบวก (Set point 1)



รูปที่ 10 จุดสิ้นสุดเป็นตำแหน่งสุดท้ายที่มีค่าแรงปฏิกิริยาสะท้อนจากพื้นมากกว่า 10 นิวตัน (Set point2)

ตำแหน่งการเริ่มต้นของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดด

แรงต้านจากน้ำหนักทำให้ร่างกายออกแรงได้มากที่สุดในช่วงแรกของการยกน้ำหนัก ส่วนยางยืดจะทำให้ร่างกายออกแรงมากได้ในช่วงหลังของการเคลื่อนไหว เพื่อลดข้อด้อยของซึ่งกันและกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ในขณะที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการย่อเข่าที่มุม 110 องศา (การย่อเข่าที่มุม 110 องศา ทำให้พลังสูงสุด แรงสูงสุด และค่าอัตราการพัฒนาแรงที่มากกว่าการย่อเย่าทำมุม 70 และ 90 องศา) (Gheller et al., 2015) โดยในการทดสอบครั้งนี้จะใช้การวัดมุมย่อเข่าด้วยเครื่องวัดมุมข้อต่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด แล้วจึงดึงเชือกผูกกับเครื่องทดสอบพลังกล้ามเนื้อทั้ง 2 ข้าง และให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยย่อเขาจนสัมผัสเชือกได้แล้วทำการกระโดด การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดจะมีความหนักของแรงต้านรวมกัน คือ 100% ของความแข็งแรงสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบ (การฝึกด้วยน้ำหนัก + ยางยืด ตามรูปแบบการผสมที่กำหนดไว้ในรูปแบบการทดสอบ) (รูปที่ 14) โดยศึกษาพลังสูงสุด (Peak power) แรงสูงสุด (Peak force) ความเร็วสูงสุด (Peak velocity) และค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal Intensity) ของกล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ในขณะทำการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น

หมายเหตุ: ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหวของการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่รูปแบบการผสมผสานที่แตกต่างกัน เพื่อใช้ประกอบในการหาค่าการหดตัว (Maximal Intensity) ของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal Intensity) ของกล้ามเนื้อ Rectus femoris, กล้ามเนื้อ Vastus medialis, กล้ามเนื้อ

Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ในขณะทำการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase)

ความหนัก 30% ของ 1RM (แรงต้าน 100 %)
= (แรงต้านจากฟรีเวท+ ยางยืด)

รูปที่ 11 ตำแหน่งเริ่มต้นของท่าแบกน้ำหนักกระโดด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ
คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography)

การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

อุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography) Wave wireless EMG miniwave water proof: Cometa 5 Chanel ผลิตที่ประเทศอิตาลี ทำงานร่วมกับโปรแกรมวิเคราะห์ โดยมีผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ดูแลควบคุมในการติดอิเล็กโทรด (Electrode) (รูปที่ 12)

1.1 Surface Electrode 5 Channels (รูปที่ 13)

1.2 โปรแกรม EMG and Motion tools (รูปที่ 14)

1.3 เบ็ดเตล็ด

1.3.1 แอลกอฮอล์และสำลี (รูปที่ 15)

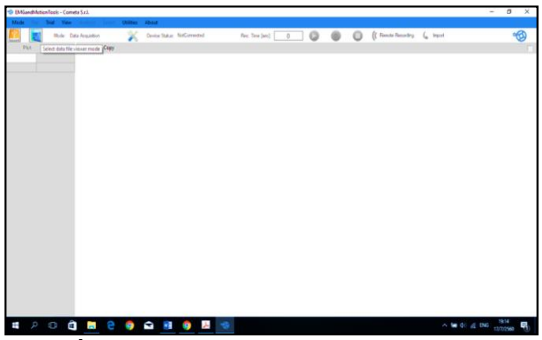
1.3.2 ผ้าเทป (Tape) (รูปที่ 16)

1.3.3 แผ่นกาวกันน้ำระหว่างแผ่นอิเล็กโทรด และเครื่องรับสัญญาณ EMG (รูปที่ 17)

1.3.4 เจลขัดทำความสะอาดผิวหนัง ยี่ห้อ Nuprep-Skin Prep Gel (รูปที่ 18)

รูปที่ 12 เครื่องรับสัญญาณ EMG

รูปที่ 13 อิเล็กโทรด (Electrode)



รูปที่ 14 โปรแกรม EMG and motion tools

รูปที่ 15 แอลกอฮอล์และสำลี

รูปที่ 16 ผ้าเทป (Tape)

รูปที่ 17 แผ่นติดขั้วไฟฟ้ากับผิวหนัง

รูปที่ 18 เจลทำความสะอาดผิวหนัง

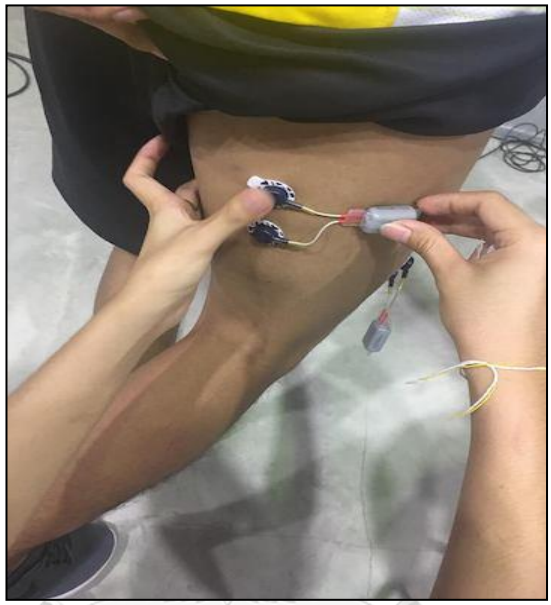
วิธีการทดสอบ

1. ทำความสะอาดผิวที่ต้องการติดอิเล็กโทรด โดยเช็ดด้วยแอลกอฮอล์และรอให้แห้ง เพื่อลดการเกิดสัญญาณรบกวนภายใต้ขั้วในระหว่างการทดสอบและทำการติดอิเล็กโทรดบนตำแหน่งตำแหน่งของกล้ามเนื้อมัดที่ต้องการทดสอบ

2. เมื่อทำการติดอิเล็กโทรดเรียบร้อยแล้ว ทำการวัด Maximal Voluntary Contraction (MVC) ในท่าที่กล้ามเนื้อนั้นทำงาน โดยการให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกแรงดึงกับแรงต้านที่ผู้วิจัยต้านไว้ให้มากที่สุด

3. หลังจากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลาประมาณ 5 นาที และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ในท่าที่ 1-10 (ภาคผนวก ญ) เป็นเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลองแบกน้ำหนักในท่าแบกน้ำหนักกระโดดประมาณ 8-10 ครั้ง เพื่อทำความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ในการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่รูปแบบการผสมผสานที่แตกต่างกัน

หมายเหตุ: การวิจัยครั้งนี้ใช้การศึกษาการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ Rectus femoris กล้ามเนื้อ Vastus medialis กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis และกล้ามเนื้อ Tibialis anterior ในขณะทำการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่รูปแบบการผสมผสานที่แตกต่างกันของการกระโดดในช่วงกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion phase) โดยทำการวิเคราห์ผลการทดสอบที่ความถี่ 1,000 Hz.



รูปที่ 19 แสดงการติด Electrode ลงบนผิวหนัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทดสอบหา Maximal voluntary contraction: MVC

การทดสอบหา Maximal Voluntary Contraction (MVC) คือ การทดสอบหาค่าสูงสุดการรับสัญญาณคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Motor Unit Action Potential (MUAP) ในการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ซึ่งมักจะทดสอบโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยใช้แรงต้านที่คงที่ และได้ผลของการหดตัวที่ตรงกับกล้ามเนื้อที่ต้องการจะทดสอบและทำโดยผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ให้แรงต้านในการเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยออกแรงได้สูงสุด (Konrad, 2005) ดังวิธีต่อไปนี้

การทดสอบกล้ามเนื้อ Rectus femoris

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย : นั่งลำตัวตรงพร้อมกับออกแรงเตะขาไปด้านหน้าตามลูกศรสีขาว

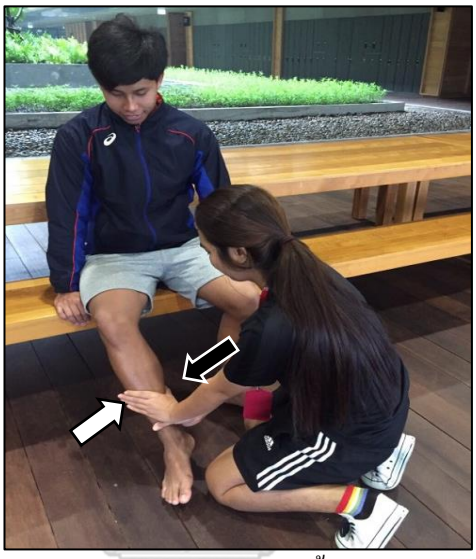
ผู้วิจัย : ใช้มือข้างขวาประคองที่บริเวณข้อเท้าของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและมือข้างซ้ายออกแรงต้านการเตะบริเวณหน้าแข้งของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยการออกแรงกดลงในทิศทางตรงข้ามกับการเตะเท้าตามลูกศรสีดำ (รูปที่ 20)

รูปที่ 20 แสดงการทดสอบกล้ามเนื้อ Rectus femoris

การทดสอบกล้ามเนื้อ Vastus medialis

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย : นั่งลำตัวตรงพร้อมกับออกแรงเตะขาเฉียงไปด้านในตามลูกศรสีขาว

ผู้วิจัย : ใช้มือข้างขวาประคองที่บริเวณข้อเท้าของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและมือข้างซ้ายออกแรงต้านการเตะบริเวณขาด้านในของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยการออกแรงกดลงในทิศทางตรงข้ามกับการเตะเท้าตามลูกศรสีดำ (รูปที่ 21)



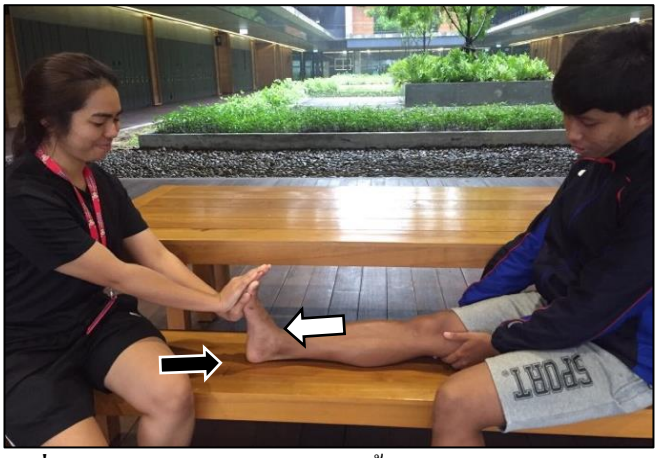
รูปที่ 21 แสดงการทดสอบกล้ามเนื้อ **Vastus medialis**

การทดสอบกล้ามเนื้อ Gastrocnemius medias

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย: นั่งลำตัวตรงพร้อมกับออกแรงถีบปลายเท้าไปด้านหน้าตามลูกศรสีขาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผู้วิจัย : ใช้มือทั้งสองข้างออกแรงกดที่บริเวณปลายเท้าของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยการออกแรงดันในทิศทางตรงข้ามกับแรงต้านของการถีบปลายเท้าตามลูกศรสีดำ (รูปที่ 22)

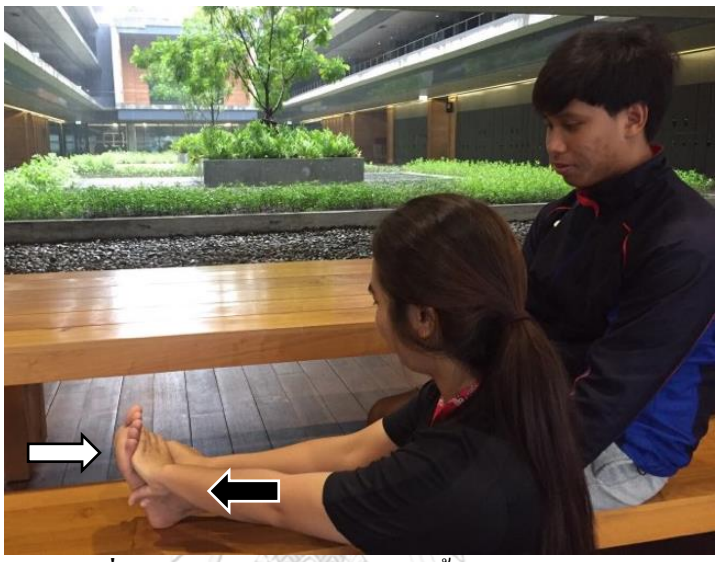


รูปที่ 22 แสดงการทดสอบกล้ามเนื้อ Gastrocnemius medias

การทดสอบกล้ามเนื้อ Tibialis anterior

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย: นั่งลำตัวตรงพร้อมกับกระดกปลายเท้าขึ้นตามลูกศรสีขาว

ผู้วิจัย : ใช้มือทั้งสองข้างออกแรงกดที่บริเวณปลายเท้าของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยการออกแรงดันในทิศทางตรงข้ามกับแรงต้านของการกระดกปลายเท้าตามลูกศรสีดำ (รูปที่ 23)



รูปที่ 23 แสดงการทดสอบกล้ามเนื้อ Tibialis anterior

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ช

ยางยืด (Elastic resistance)

ตารางที่ 3 ตารางแสดงความหนักของยางยืดแต่ละสี (SanctbandTH, 2011)

ความหนัก / สีของยางยืด		สีส้ม (Orange)	สีแดง (Cherry)	สีน้ำเงิน (Blueberry)	สีม่วง (Plum)
ความหนักเมื่อถูกดึงออก (Force in Kg.)	**25%**	2.83	6.01	7.60	11.24
	50%	4.80	9.60	13.82	18.63
	75%	5.83	12.03	17.50	23.43
	100%	6.83	13.87	20.59	29.00
	125%	7.58	15.60	22.70	32.37
	150%	8.26	17.07	24.93	35.98
	175%	8.95	18.53	26.98	38.99
	200%	9.56	19.77	28.64	42.16
	225%	10.25	21.20	29.62	45.16
	250%	10.88	22.52	32.68	48.38
	275%	11.42	23.89	34.20	50.40
	300%	12.09	25.28	36.21	53.12

วิธีการหาแรงต้านของยางยืด

(เพื่อนำมาใช้ในการผสมผสานน้ำหนักกับยางยืดในการทดสอบท่าแบกน้ำหนักกระโดด)

อุปกรณ์

1. แผ่นเหล็กเพิ่มน้ำหนัก ยี่ห้อ Eleiko ผลิตจากประเทศอเมริกา

2. เครื่อง Ballistic measurement system ประกอบด้วย

2.1 Ballistic measurement software เวอร์ชั่น 2015.0.0

2.2 แผ่นตรวจรับแรงกระแทก (Force plate)

3. ยางยืดแบบห่วง (Elastic resistance loop) เครื่องหมายการค้า Sanctband สีส้ม (Orange) สีเชอรี่ (Cherry) สีบลูเบอรี่ (Blueberry) และสีพลัม (Plum) ของบริษัท Sanctuary Health Sdn Bhd ผลิตที่ประเทศมาเลเซีย

4. ดัมเบล (Dumbbell)

วิธีการทดสอบ

1. ใช้ความหนักที่ 30% 1RM

2. นำความหนักที่ได้มาหารูปแบบการผสมผสานน้ำหนักกับยางยืดตามที่ต้องการ

<u>ตัวอย่างการคำนวณ (ตัวเลขที่สมมติขึ้น)</u>

1. ทราบข้อมูลเบื้องต้นก่อนการทดสอบ ซึ่งความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในท่าควอเตอร์สคอวทด้วยการย่อเข่าทำมุม 110 องศา = 135 kg เพราะฉะนั้น 30% ของ 1RM ซึ่งเป็นความหนักที่ใช้ในการทดสอบจะเท่ากับ 40.5 หรือ ประมาณ 41

2. แรงต้านของยางยืดจะเป็น 10%, 20%, 30%, 40% และ 50% ของน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบ ดังนั้นแรงต้านของยางยืดจะเป็น 4.1 kg, 8.2 kg, 12.3 kg, 16.4 kg และ 20.5 kg ตามลำดับ

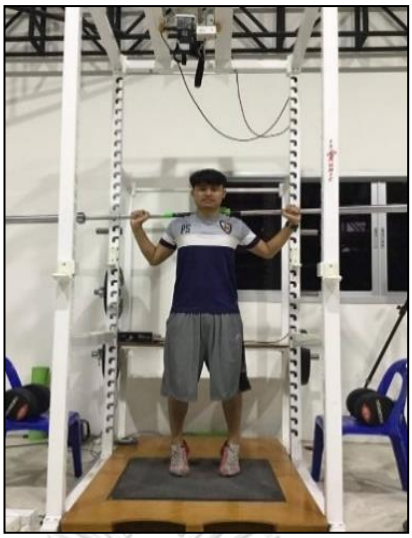
3. ยางยืดที่ใช้เป็นสีส้ม (Orange) เนื่องจากเมื่อยืดเป็น 25% จะให้แรงต้านประมาณ 2.83 kg แต่ในการวิจัยครั้งนี้ยางยืดจะถูกยืดประมาณ 18% (โดยวัดแรงการยืดของยางด้วยการคำนวณแรงของยางยืดจากตารางความหนักของยางยืดที่ใช้ (ตารางที่ 3) ซึ่งจะให้แรงต้านประมาณ 2.03 kg ต่อยางยืด 1 เส้น (ทำการวัดความยาวการยืดออกของยางที่ให้แรงตามที่ต้องการในการทดสอบ เพื่อนำความยาวของยางที่ยืดออกมาใช้ในการกำหนดความยาวของยางในการเริ่มต้นการทดสอบ)

4. ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอบอุ่นร่างกายให้เสร็จสิ้น และพร้อมทำการทดสอบ

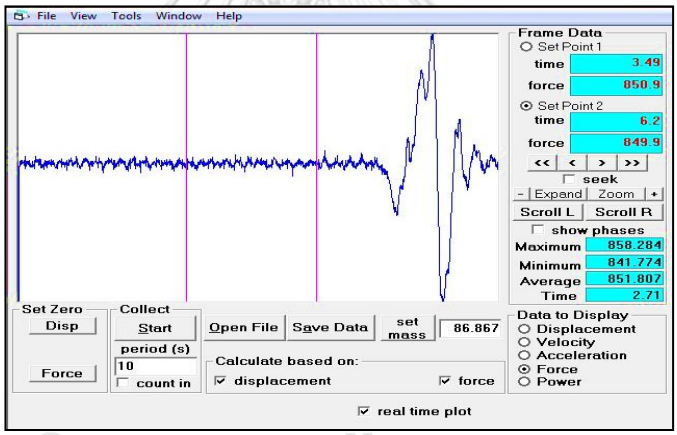
5. อธิบายวิธีการทดสอบให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าใจโดยละเอียด

6. หาผลรวมของน้ำหนักตัว และบาร์เบล ด้วยเครื่อง Ballistic Measurement System โดยให้ผู้ทดสอบยืนแบกบาร์เบลเปล่าไว้ (รูปที่ 24) ซึ่งเครื่องสามารถบอกแรงเฉลี่ยออกมาเป็นกราฟ (รูปที่ 25)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



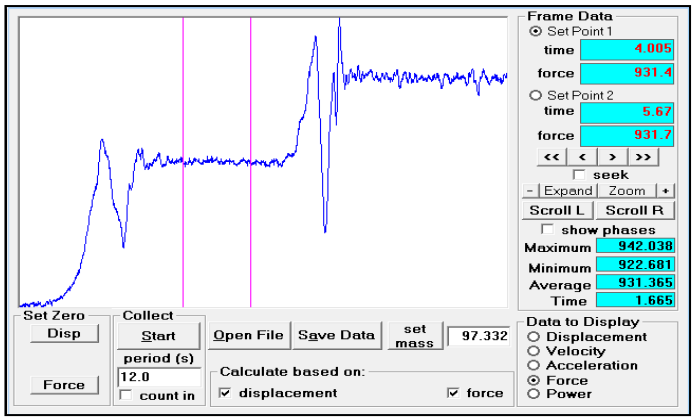
รูปที่ 24 แสดงผู้ทดสอบยืนแบกบาร์เบลเปล่าบนแผ่นตรวจรับแรงกระแทก ของเครื่อง Ballistic Measurement system



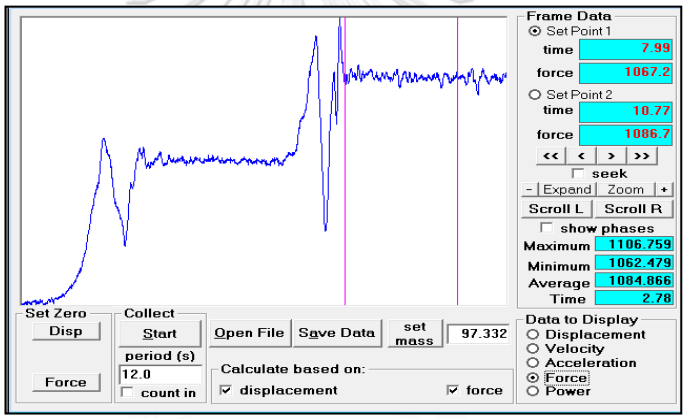
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 25 แสดงผลรวมของน้ำหนักตัว และบาร์เบลหนัก 20 kg. เท่ากับ 851.807 N หรือ 86.919 kg.

7. ทำการหาแรงต้านของยางยืด 20% ของน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบ หรือ 30% ของ 1RM คือ 41 kg ดังนั้นแรงต้านของยางยืดจะเป็น 8.2 kg ที่ตำแหน่งสูงสุดที่ดึงบาร์เบลขึ้นโดยทำการหาผลรวมของน้ำหนักตัว บาร์เบลหนัก 20 kg และแรงต้านของยางยืดทั้งหมด 2 เส้นในขณะที่ทำการย่อในท่ายกน้ำหนักด้วยการย่อเข่าทำมุม 110 องศา และที่ตำแหน่งสูงสุดที่ดึงบาร์เบลขึ้นในท่ายืนตรง โดยการ**เอาผลรวมของน้ำหนักตัว (Body weight, BW) บาร์เบลหนัก 20 kg และแรงต้านของยางยืด (Resistive Loop) ลบด้วยผลรวมของน้ำหนักตัว (BW) และบาร์เบลหนัก 20 kg (20 kg barbell) หรือ (BW+20 kg barbell + resistive tube) – (BW + 20 kg barbell) = resistive loop**



รูปที่ 26 แสดงผลรวมของน้ำหนักตัว บาร์เบลหนัก 20 kg และแรงต้านเฉลี่ยของยางยืดทั้งหมด 2 เส้น ในขณะที่ทำการย่อในท่าควอเตอร์สคอวทด้วยการย่อเข่าทำมุม 110 องศาเท่ากับ 8.12 kg ((931.365 N- 851.807 N) / 9.8)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 27 แสดงผลรวมของน้ำหนักตัว บาร์เบลหนัก 20 kg และแรงต้านเฉลี่ยของยางยืดทั้งหมด 2 เส้นที่ตำแหน่งสูงสุดเท่ากับ หรือ 23.78 kg ((1084.866 N- 851.807 N) / 9.8)

หมายเหตุ: ยางยืดแต่ละสีจะมีการคำนวณเพื่อหาน้ำหนักที่ต้องการในรูปแบบต่างกัน โดยทำการอ้างอิงแรงของยางยืดดังในตารางที่ 3 (ภาคผนวก ช)

ภาคผนวก ซ

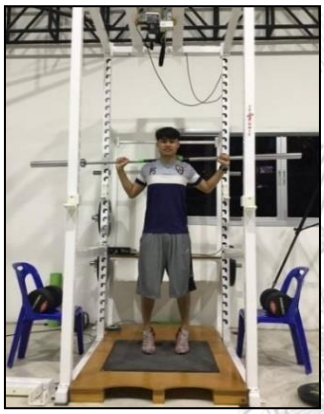
การผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดด(Jump Squats with Combining free weight and elastic resistance)

ขั้นตอนก่อนการทดสอบเครื่องวัดพลังสูงสุดก่อนการทดสอบ

1. ยืนเขย่งปลายเท้าบนแท่นวัดแรงค้างไว้ ประมาณ 5 วินาที (รูปที่ 28)

2. ออกมายืนนอกแท่นวัดแรง ประมาณ 5 วินาที (รูปที่ 29)

3. ผู้มีส่วนรวมในการวิจัยเตรียมพร้อมในการทดสอบการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดด



รูปที่ 28

รูปที่ 29

ขั้นตอนที่ 1 ท่าเริ่มต้น

1. ยืนตรงให้เท้าทั้งสองห่างกันเท่าความกว้างของช่วงไหล่ปลายเท้าแยกออกจากกันเล็กน้อย

2. จับบาร์ให้กระชับมือทั้งสองข้างห่างกันมากกว่าความยาวช่วงไหล่ จากนั้นค่อยๆ วางบาร์ลงบนบ่าทั้งสองข้างอย่างสมดุล (รูปที่ 30)

รูปที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 2 จังหวะย่อตัว

1. ย่อตัวลงพร้อมกับรักษาสมดุลของบาร์ไม่ให้บาร์แกว่งไปมาให้และย่อเข่าทำมุม 110 องศา หลังตรงไม่งอหลังรักษาระดับเข่าไม่ให้เลยปลายเท้าตามองตรงไปข้างหน้า

2. จัดลำตัวให้ตั้งตรงและมั่นคง ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติ เท้าทั้งสองข้างแนบลงกับพื้น (รูปที่ 31)

รูปที่ 31

ขั้นตอนที่ 3 จังหวะช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น

1. การพยายามออกแรงกระโดดอย่างรวดเร็วให้ตัวลอยจากพื้นสูงสุดในแนวดิ่ง (รูปที่ 32)

รูปที่ 32

ขั้นตอนที่ 4 จังหวะช่วงการลงสู่พื้น

1. ช่วงจังหวะเท้าสัมผัสพื้นจนถึงการย่อเข่าต่ำสุด (รูปที่ 33)

2. ออกแรงจังหวะช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้นอย่างต่อเนื่อง หรือยืดตัวตรงกลับสู่ท่าเริ่มต้น (รูปที่ 34)

รูปที่ 33

รูปที่ 34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฌ

การทดสอบหาความถนัดของขา

การทดสอบการเตะบอล (Kicking ball) (Van Melick et al., 2017)

อุปกรณ์

1. ลูกบอล
2. ตลับเมตร
3. กรวย

วิธีการทดสอบ

1. ทำการวัดตำแหน่งระหว่างกรวยกับลูกบอลห่างกัน 4 เมตร
2. ให้ผู้สอบทำการเตะลูกบอลปยังตำแหน่งเป้าหมายที่มีกรวยตั้งอยู่ (รูปที่ 35)

หมายเหตุ: ให้ผู้ทดสอบทำการเตะบอลไปยังตำแหน่งเป้าหมาย เพื่อทดสอบหาขาข้างที่ถนัดที่ผู้ทดสอบเลือกใช้ในการเตะบอล โดยดูเท้าข้างที่ผู้ทดสอบเลือกใช้ในการเตะและใช้เท้าข้างนั้นเป็นเท้าข้างที่ถนัด (Van Melick et al., 2017)

รูปที่ 35 แสดงการจำลองการทดสอบ

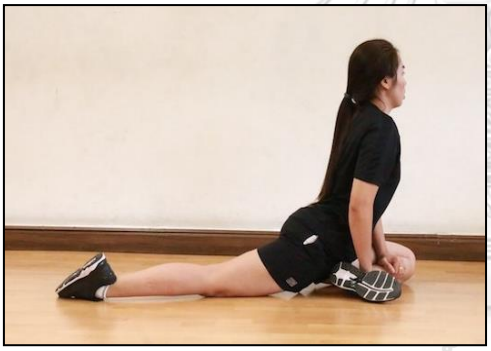
ภาคผนวก ญ

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (Static stretching)

(กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2557)

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 1

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 2



ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 3

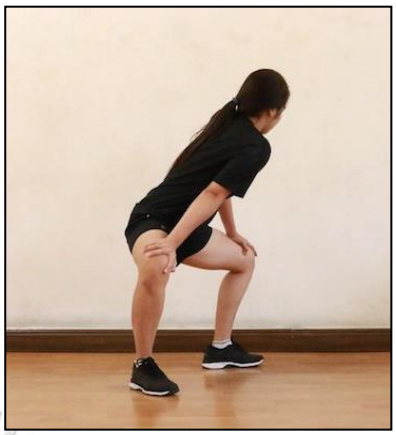
ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 5

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 6

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 7



ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 8

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อท่าที่ 10

ภาคผนวก ฎ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการทดสอบ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์	ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้เชี่ยวชาญด้านสรีรวิทยาการกีฬา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถาวร กมุทศรี	ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการกีฬา มหาลัยมหิดล
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม	ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก อาจารย์ประจำสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสมุทรสาคร
4. อาจารย์ ดร.เบญจพล เบญจพลากร	ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน อาจารย์ประจำแขนงวิทยาศาสตร์การ กีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย	ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน อาจารย์ประจำแขนงวิทยาศาสตร์การ กีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินโปรแกรมการทดสอบผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ขอให้ท่านผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเนื้อหาแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับโปรแกรมการทดสอบผลฉับพลันของการผสมผสานแรงต้านจากฟรีเวทและยางยืดในท่าแบกน้ำหนักกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ว่าเหมาะสมเพียงใด

+1 หมายถึง มีความเหมาะสมในโปรแกรมการฝึก

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมในโปรแกรมการฝึก

-1 หมายถึง ไม่มีความเหมาะสมในโปรแกรมการฝึก

เนื้อหา	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
	+1	0	-1	
โปรแกรมการทดสอบ				
- ท่าที่ใช้ในการทดสอบ ใช้ท่าแบกน้ำหนักกระโดด (Loaded jump squat) ย่อเข่าทำมุม 110 องศา	5			1
รูปแบบที่ใช้ในการทดสอบ				
- 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 90% + ยางยืด 10%)	5			1
- 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 80% + ยางยืด 20%)	5			1
- 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 70% + ยางยืด 30%)	5			1
- 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 60% + ยางยืด 40%)	5			1
- 30% 1RM (แรงต้านจากฟรีเวท 50% + ยางยืด 50%)	5			1
- จำนวนครั้งในการทดสอบ : 6 ครั้งไม่ต่อเนื่อง	4	1		0.8
- ระยะเวลา : พักระหว่างครั้ง 20 วินาที	4	1		0.8
- จังหวะที่ใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง : ความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูงที่สุด	5			1
- ความถี่ของการทดสอบ : การทดสอบแต่ละครั้งห่างกัน 48 ชั่วโมง	5			1
รวม	**58**	**2**	**0**	**0.96**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฏ

เอกสารผ่านการรับพิจารณาจริยธรรมในคน

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่หนังสือรับ 0022/
วันที่ 24 ม.ค. 62 เวลา 16.30 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-3202
ที่ จว 44 /2562 **วันที่** 16 มกราคม 2562
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

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

โครงการวิจัยที่ 273.1/61 เรื่อง ผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (ACUTE EFFECTS OF COMBINED WEIGHT AND ELASTIC RESISTANCE DURING JUMP SQUATS ON PEAK POWER AND ELECTROMYOGRAPHY) **ของ นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

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

เรียน ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์
เพื่อโปรด
- ☑ ทราบ และดำเนินการต่อไป
- ○ พิจารณา
- ○ ลงนาม
- ○ อนุมัติ

ลงชื่อ.....
24 ม.ค. 2562

เรียน คณบดี
เห็นควรให้ผ่านการรับรองฯ ปีโท
อ.ที่ปรึกษาและนิสิตทราบ
ทดสอบ
25 ม.ค. 62

แจ้ง กรรมการ ป.โท
อ. ที่ปรึกษาและนิสิต
25/1/62

AF 01-12

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

COA No. 012/2562

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 273.1/61 : ผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์

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 : 14 มกราคม 2562 **วันหมดอายุ** : 13 มกราคม 2563

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

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

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

เงื่อนไข

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

AF 04-07

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์ ตำแหน่ง นิสิตมหาบัณฑิต
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์มือถือ 098-2695537 E-mail : view_vb@hotmail.com

1. ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

2. โครงการนี้เกี่ยวข้องกับผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้

1. เพื่อศึกษาผลฉับพลันของสัดส่วนที่แตกต่างกันของผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

4. รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือ*ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย*

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิต เพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 15 คน โดย*ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย*จะต้องสมัครใจเข้าร่วมต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

เกณฑ์การคัดเลือกผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

เกณฑ์คัดเข้าของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Inclusion Criteria)

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยต้องเป็นนิสิต เพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี

2. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่มีอาการบาดเจ็บทางร่างกายที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อและข้อต่อ

3. *ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่ป่วยเป็นโรคหัวใจ หอบหืด ความดันโลหิต และผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้อง*กรอกข้อมูลในแบบสอบถามตอนที่ 2 และจะต้องผ่านทุกข้อถึงจะมีสิทธิ์เข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานในระดับที่สามารถแบกน้ำหนักท่าควอเตอร์สควอทย่อเข่าทำมุม 110 องศา ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว *(น้ำหนักตัวของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย × 1.5 = น้ำหนักที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยต้องยกได้ เพื่อให้ผ่านเกณฑ์คัดเข้าของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย)*

5. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

6. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องไม่เข้าร่วมโครงการอื่นอยู่แล้วหรือไปฝึกกับโครงการอื่นในระยะเวลาเดียวกัน

เกณฑ์การคัดออกของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Exclusion Criteria)

1. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยขึ้น และไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดอุบัติเหตุจนได้จนได้รับการบาดเจ็บ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเข้าร่วมการทดสอบไม่ถึง 4 ครั้ง

3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่สมัคร ใจในการเข้าร่วมการทดลองต่อ

ขั้นตอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยชี้แจงและทำหนังสืออธิบาย วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความร่วมมือจากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย และตอบแบบสอบถามข้อมูลผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกข้อ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ชี้แจงกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยว่า ห้ามออกกำลังกายอย่างหนัก 24 ชั่วโมงก่อนวันที่มาจะมาทดสอบทุกครั้ง รวมถึงไม่รับประทานอาหารมาก่อนทดสอบเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนมาก่อนทดสอบ 4 ชั่วโมง และนอนหลับอย่างเต็มที่ก่อนที่จะมาทดสอบทุกครั้ง ยิ่งไปกว่านั้นในการทดสอบทุกครั้งผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องกระโดดด้วยความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูงที่สุด ในการทดสอบท่าย่อกระโดดทุกครั้ง และในการทดสอบจะมีผู้ช่วยผู้วิจัยผู้ในการช่วยดูแลจำนวน 2 คน ซึ่งเป็นนิสิต เพศชาย ระดับมหาบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการเก็บข้อมูล ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย โดยจะใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลประมาณ 3 สัปดาห์ และยิ่งไปกว่านั้นในการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้ฟื้นตัวอย่างเต็มที่ เป็นผลให้ไม่มีการเกิดผลสะสมต่อเนื่องจากการทดสอบที่ให้ก่อนหน้า (Carry over effect) โดยจะทดสอบในเวลาเดิมทุกครั้ง

2. ขั้นตอนดำเนินการเก็บข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 วันก่อนการทดสอบ (ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในทุกลำดับจะทำการทดสอบก่อนการทดสอบเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 พร้อมกันทุกคน)

2.1.1 ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน ที่ความหนักประมาณ 80 Watt เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

2.1.2 ทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในขณะยกน้ำหนักท่าควอเตอร์สควอทก่อนการทดสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาความหนักที่ใช้ในการทดสอบ เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

2.1.3 ทดสอบหาความถนัดของขา (Leg Dominance) ก่อนการทดสอบ เพื่อใช้ในการกำหนดขาข้างที่ใช้สำหรับติดอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

2.1.4 หลังจากทำการทดสอบก่อนการเก็บข้อมูลแล้ว ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการคลายอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

หมายเหตุ : ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการทดสอบก่อนเก็บข้อมูลเป็นเวลาประมาณ 30 นาที/คน

2.2 **วันที่ทำการทดสอบเก็บข้อมูล**

2.2.1 ผู้ช่วยวิจัยทำการติดอิเล็กโทรด (Electrode) ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยในขาข้างที่ถนัด จำนวน 5 ตำแหน่ง ดังนี้

1. กล้ามเนื้อ Rectus femoris
2. กล้ามเนื้อ Vastus medialis
3. กล้ามเนื้อ Biceps femoris
4. กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis
5. กล้ามเนื้อ Tibialis anterior

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

หลังทำการติดอิเล็กโทรด (Electrode) เสร็จเรียบร้อย ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องทำการทดสอบหา Maximal voluntary contraction: MVC ก่อนการทดสอบ เป็นเวลาประมาณ 20 นาที

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

2.2.2 ให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายก่อนทำการทดสอบด้วยการปั่นจักรยาน ที่ความหนักประมาณ 80 Watt เป็นเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เป็นเวลาประมาณ 5 นาที และก่อนทำการทดสอบเก็บข้อมูลผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องลองยกน้ำหนักในท่าทางที่จะทำการทดสอบ ประมาณ 8-10 ครั้ง เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

2.2.3 ทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดตามเงื่อนไขการทดสอบ โดยในการทำการทดสอบครั้งนี้จะใช้การวัดมุมย่อเข่า 110 องศา ด้วยเครื่องวัดมุมข้อต่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด แล้วจึงดึงเชือกผูกกับเครื่องทดสอบพลังกล้ามเนื้อทั้ง 2 ข้าง และให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยย่อเข่าจนสัมผัสเชือกได้แล้วทำการกระโดด เพื่อให้มุมของข้อเข่าเท่ากันทุกครั้ง ในขณะทดสอบผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องทำการกระโดดด้วยความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูง 6 ครั้งไม่ต่อเนื่อง พักระหว่างการย่อกระโดดแต่ละครั้ง 20 วินาที ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 10 นาที

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหวการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดด ที่สัดส่วนการผสมผสานที่แตกต่างกันด้วยกล้องดิจิตอล เพื่อใช้ประกอบในการหาค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal Intensity) ของกล้ามเนื้อทั้ง 5 มัด ที่ทำการติดอุปกรณ์วิเคราะห์การทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพื่อแบ่งแยกช่วงการกระโดดในการทดสอบ โดยในการทดสอบครั้งนี้จะดูการทดสอบท่าย่อกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion Phase)

2.2.4 หลังจากที่ทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดแล้ว ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะต้องทำการคลายอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

***หมายเหตุ** : ในการทดสอบเก็บข้อมูลใช้เวลาประมาณ 60 นาที/ครั้ง*

5. ในการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยด้วยการ*ทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในขณะยกน้ำหนักท่าควอเตอร์สควอทก่อนการทดสอบ* หากพบว่าผู้นั้นไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเข้า ผู้วิจัยจะทำการอธิบายแนะนำสาเหตุที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยนี้ได้ และมอบปากกาเป็นของที่ระลึกกับผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองนี้ได้ทุกคน

6. การวิจัยครั้งนี้ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแต่อย่างใดแต่อาจมีความเสี่ยงเล็กน้อย ในการปวดเมื่อยร่างกายในการทดสอบ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยจะให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทำการอบอุ่นและคลายอุ่นร่างกายก่อน เพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้หากมีการบาดเจ็บเกิดขึ้นทั้งในขณะทดสอบ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยต้องรีบแจ้งผู้วิจัยทราบทันที ผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบในการส่งต่อ ณ สถานพยาบาลและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดูแลรักษา และหากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้รับความผิดปกติ เนื่องจากการเข้าร่วมการวิจัย และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญพิสูจน์ได้ว่าเป็นผลจากการเข้าร่วมวิจัย ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะได้รับการคุ้มครองตามกฎหมาย และรับการรักษาจนกว่าจะหาย *โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด*

7. ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำให้ท่านรับทราบข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความแข็งแรงสูงสุดในท่าควอเตอร์สควอท ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณหาความหนักที่ใช้ในการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่ส่งผลต่อพลังสูงสุดของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยแต่ละคน เพื่อทำให้ทราบถึงผลฉับพลันของสัดส่วนที่แตกต่างกันของการผสมผสานการฝึกน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุด และเป็นทางเลือกในประยุกต์ใช้ในการออกโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬา

8. การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับและผลต่อการดูแลรักษา

9. หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

10. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลเป็นรหัสโดยเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกลบและมีการทำลายวีดีโอที่ทำการบันทึกในการทดสอบทิ้ง และไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับและผลต่อการเรียนหรือเกี่ยวข้องในการตัดสินใจใด ๆ

11. การวิจัยครั้งนี้จะมีมอบของที่ระลึก*เป็นเสื้อกีฬาและผ้าขนหนู*ให้แก่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยหลังเสร็จสิ้นโครงการวิจัย

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

เอกสารที่ 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

AF05-07

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลฉับพลันของการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดที่มีต่อพลังสูงสุดและคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ชื่อผู้วิจัย นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์

ที่อยู่ที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1 ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 098-2695537

ข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมเข้ารับการทดสอบเป็นเวลา *3 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี (ห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง) ในช่วงเวลา 14.00-17.00 น. ถ้าข้าพชซเจ้าไม่สามารถเข้าร่วมวิจัยได้ตามวันที่กำหนด ข้าพเจ้าสามารถมาชดเชยได้นอกเหนือจากวันที่กำหนด โดยมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนดังนี้*

1.วันก่อนการทดสอบ

1.1 ข้าพเจ้าจะต้องทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน ที่ความหนักประมาณ 80 Watt เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

1.2 ทดสอบความแข็งแรงสูงสุด (1RM) ในขณะยกน้ำหนักท่าควอเตอร์สควอทก่อนการทดสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาความหนักที่ใช้ในการทดสอบ เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

1.3 ทดสอบหาความถนัดของขา (Leg Dominance) ก่อนการทดสอบ เพื่อใช้ในการกำหนดขาข้างที่ใช้สำหรับติดอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

1.4 หลังจากทำการทดสอบก่อนการเก็บข้อมูลแล้ว ข้าพเจ้าจะต้องทำการคลายอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เป็นเวลาประมาณ 5 นาที

***หมายเหตุ** : ในการทำการทดสอบก่อนเก็บข้อมูลใช้เวลาประมาณ 30 นาที*

2. วันที่ทำการทดสอบเก็บข้อมูล

2.1 ผู้ช่วยวิจัยทำการติดอิเล็กโทรด (Electrode) ให้ข้าพเจ้าในขาข้างที่ถนัด จำนวน 5 ตำแหน่ง ดังนี้

1. *กล้ามเนื้อ Rectus femoris*
2. *กล้ามเนื้อ Vastus medialis*
3. *กล้ามเนื้อ Biceps femoris*
4. *กล้ามเนื้อ Gastrocnemius medialis*
5. *กล้ามเนื้อ Tibialis anterior*

หลังทำการติดอิเล็กโทรด (Electrode) เสร็จเรียบร้อย ข้าพเจ้าจะต้องทำการทดสอบหา Maximal voluntary contraction: MVC ก่อนการทดสอบ เป็นเวลาประมาณ 20 นาที

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

2.2 ข้าพเจ้าจะต้องทำการอบอุ่นร่างกายก่อนทำการทดสอบด้วยการปั่นจักรยาน ที่ความหนักประมาณ 80 Watt เป็นเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ เป็นเวลาประมาณ 5 นาที และก่อนทำการทดสอบเก็บข้อมูลข้าพเจ้าจะต้องทำการลองยกน้ำหนักในท่าทางที่จะทำการทดสอบ ประมาณ 8-10 ครั้ง เพื่อให้ข้าพเจ้ามีความคุ้นเคยกับอุปกรณ์และน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบ

2.3 ทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดตามเงื่อนไขการทดสอบ โดยในการทำการทดสอบครั้งนี้จะใช้การวัดมุมย่อเข่า 110 องศา ด้วยเครื่องวัดมุมข้อต่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด แล้วจึงดึงเชือกผูกกับเครื่องทดสอบพลังกล้ามเนื้อทั้ง 2 ข้าง และข้าพเจ้าจะต้องย่อเขาจนสัมผัสเชือกได้แล้วทำการกระโดด เพื่อให้มุมของข้อเข่าเท่ากันทุกครั้ง ในขณะทดสอบข้าพเจ้าจะต้องทำการกระโดดด้วยความเร็วสูงสุดและแรงสูงสุด/ให้สูง 6 ครั้งไม่ต่อเนื่อง พักระหว่างการย่อกระโดดแต่ละครั้ง 20 วินาที ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 10 นาที

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการบันทึกภาพเคลื่อนไหวการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดด ที่สัดส่วนการผสมผสานที่แตกต่างกันด้วยกล้องดิจิตอล เพื่อใช้ประกอบในการหาค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximal Intensity) ของกล้ามเนื้อทั้ง 5 มัด ที่ทำการติดอุปกรณ์วิเคราะห์การทำงานของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ เพื่อแบ่งแยกช่วงการกระโดดในการทดสอบ โดยในการทดสอบครั้งนี้จะดูการทดสอบท่าย่อกระโดดในช่วงการกระโดดขึ้นจากพื้น (Propulsion Phase)

2.4 หลังจากที่ทำการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืดในท่าย่อกระโดดแล้ว ข้าพเจ้าจะต้องทำการคลายอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่เป็นเวลาประมาณ 10 นาที

***หมายเหตุ** : ในการทดสอบเก็บข้อมูลใช้เวลาประมาณ 60 นาที/ครั้ง*

ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวนั้นจะไม่ส่งผลกระทบใดๆต่อการเรียน หรือในทางใดๆของข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

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

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....
(นางสาว นภารัตน์ ดวงจันทร์)
ผู้วิจัยหลัก

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามข้อมูลของผู้ร่วมทดสอบ

คำชี้แจง โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามต่อไปนี้จะเป็นความลับและใช้ในงานวิจัยเท่านั้น

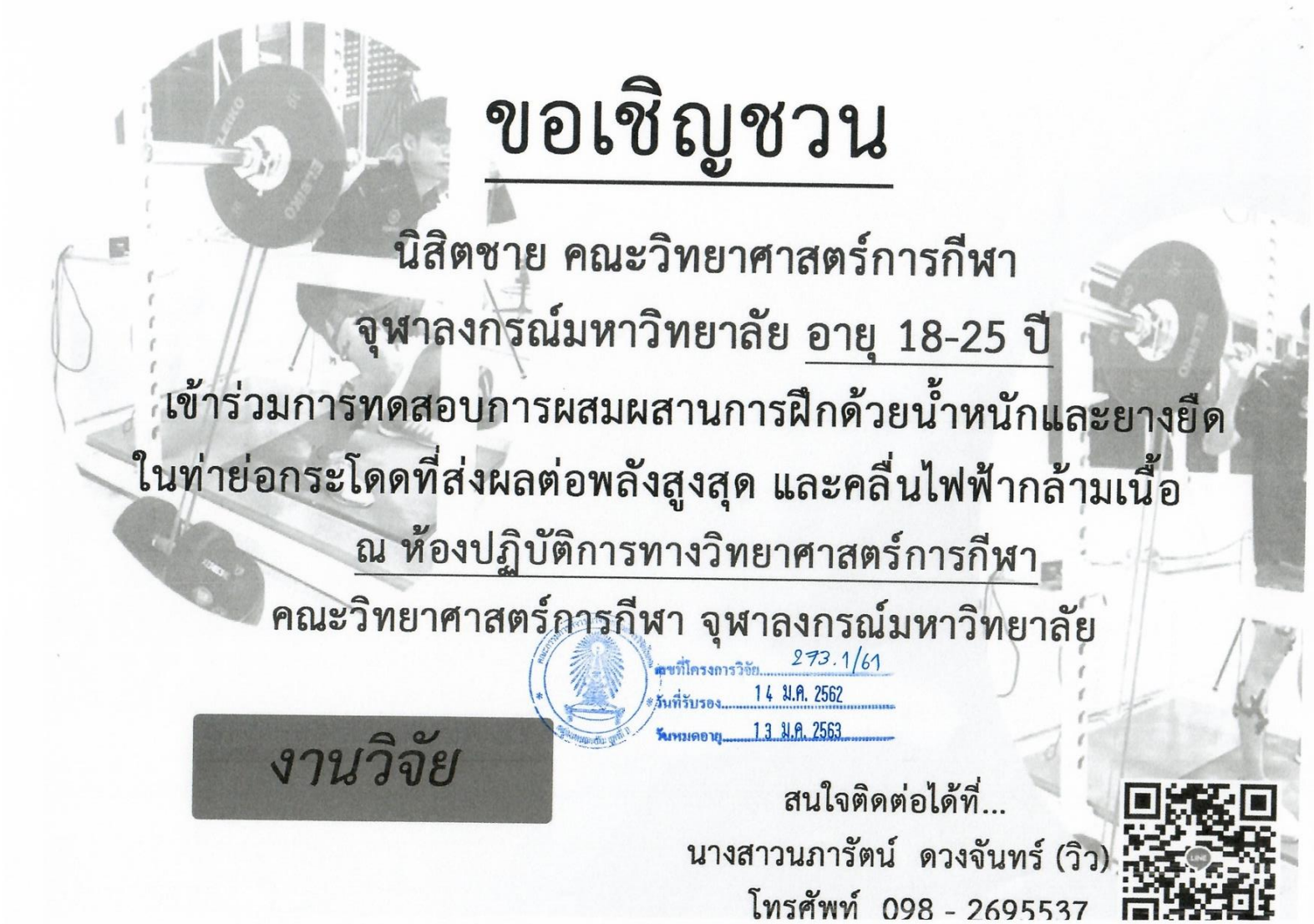
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมทดสอบ รหัส.....
วัน/เดือน/ปี เกิด.....
อายุ..... ปี ..... เดือน
น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร
ค่าความแข็งแรงสูงสุดในท่าควอเตอร์สควอท (1.5 เท่าของน้ำหนักตัว) .....กิโลกรัม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทางด้านสุขภาพของผู้ทดสอบ
2.1 ท่านป่วยเป็นโรคหัวใจ หอบหืด ความดันโลหิตหรือไม่? (ถ้ามีโปรดระบุ)
☐ มี ☐ ไม่มี (โปรดระบุ) .....
2.2 ท่านเคยได้รับอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บรุนแรงหรือไม่ (ถ้าเคยโปรดระบุ)
☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....
2.3 ท่านเคยได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยการผ่าตัดของกล้ามเนื้อ และข้อต่อหรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)
☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....
2.4 ในระยะเวลา 6 เดือนก่อนเข้าร่วมการทดสอบ ท่านได้รับบาดเจ็บในระดับที่ต้องเข้ารับการรักษาด้วยวิธีการที่มากกว่าการทานยา หรือยาถูนวด หรือไม่? (ถ้าเคยโปรดระบุ)
☐ เคย ☐ ไม่เคย (โปรดระบุ) .....

สรุปผลแบบสอบถามสุขภาพ
☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยได้ ☐ สามารถเข้าร่วมงานวิจัยไม่ได้

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61
วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

.....
(นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์)
ผู้ดำเนินการสอบถาม



ขอเชิญชวน

นิสิตชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18-25 ปี

เข้าร่วมการทดสอบการผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักและยางยืด

ในท่าย่อกระโดดที่ส่งผลต่อพลังสูงสุด และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขที่โครงการวิจัย 273.1/61

วันที่รับรอง 14 ม.ค. 2562

วันหมดอายุ 13 ม.ค. 2563

งานวิจัย

สนใจติดต่อได้ที่...

นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์ (วิว)

โทรศัพท์ 098 - 2695537

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวนภารัตน์ ดวงจันทร์
วัน เดือน ปี เกิด	3 พฤษภาคม 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ปีการศึกษา 2559 กำลังศึกษาต่อระดับปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศษสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	48/1 หมู่ที่ 8 ตำบลวิสัยใต้ อำเภอสวี จังหวัดชุมพร รหัสไปรณีย์ 86130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY