การเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับแบบประเพณีนิยมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา

นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

A COMPARISON OF EFFECTS OF CLUSTER AND TRADITIONAL RESISTANCE TRAINING FOR IMPROVING LEG MUSCULAR POWER

Mr. Sagsak Thitisak

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับแบบประเพณีนิยมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา
โดย	นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิลปชัย สุวรรณธาดา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด)

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์ : การเปรียบเทียบผลการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับแบบประเพณีนิยมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา. (A COMPARISON OF EFFECTS OF CLUSTER AND TRADITIONAL RESISTANCE TRAINING FOR IMPROVING LEG MUSCULAR POWER) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 87 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาระหว่างการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับวิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม ว่ามีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างเป็นวงจร และพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างไม่เป็นวงจร แตกต่างกันอย่างไร กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตเพศชาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 50 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ด้วยการกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม กลุ่มละ 25 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการฝึกด้วยน้ำหนัก 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” ที่ตัวอย่างสองชุดเกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) ภายในกลุ่ม และนำค่าหลังการฝึก ของทั้งสองรูปแบบมาเปรียบกันระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test)โดยในกรณีที่การทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกพบว่ามีความแตกต่าง จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ในการทดสอบระหว่างกลุ่ม

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนและหลังการฝึกภายในกลุ่มทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมากขากว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาหลังการฝึกระหว่างทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง และการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมมีผลการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกัน แต่การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีแนวโน้มในการพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาได้หลากหลายรูปแบบมากกว่า

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2556 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

Chulalongkorn University

5578421339 : MAJOR SPORTS SCIENCE
KEYWORDS: LEG MUSCULAR POWER / CLUSTER RESISTANCE TRAINING / TRADITIONAL RESISTANCE TRAINING

SAGSAK THITISAK: A COMPARISON OF EFFECTS OF CLUSTER AND TRADITIONAL RESISTANCE TRAINING FOR IMPROVING LEG MUSCULAR POWER. ADVISOR: ASST. PROF. DR. CHANINCHAI INTIRAPORN, 87 pp.

The purpose of this research is to compare the different result between cluster and traditional resistance legs muscular power training which effect on development of the cyclic type muscular power and the acyclic type muscular power. By Purposively selective subject 50 male students from Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University were divided into 2 groups (25 students per group) by random assignment. First group was assigned to a training program with 85 % of 1RM, with 20 seconds rest interval between repetitions for 5 repetitions. Second group was assigned to a training program with 85 % of 1 RM, for 5 repetitions continuously. After the 6 weeks training, Performance evaluated by counter movement jump test was performed at pre- and post-training. Differences in the mean values of peak power output, peak ground reaction force and peak bar velocity from repetition 1 to repetition 5 within group and between groups were assessed by pair t-test and independent t-test, respectively. ANCOVA was used if the pre-test values between groups were different.

Results :

1. A comparison of pre-test and post-test result in each group show that, both group has developed legs muscular power by statistically significant ($P<.05$)

2. Not found the different, between the cluster resistance training group and the traditional resistance training group , in the comparison between after trained results of legs muscular power component.

Conclusion : The cluster resistance training is an effective conditioning for improving muscular power as the traditional resistance training. But, cluster resistance training tends to developing more various in leg muscular component.

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

Academic Year: 2013 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการวิจัย และช่วยเหลือยามมีปัญหาติดขัดต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจ ใส่ใจติดตามดูการปฏิบัติการทดลองของผู้วิจัยมาโดยตลอด อีกทั้งพร้อมรับฟังคำปรึกษาของผู้วิจัยเสมอ ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ ที่นี้ และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิลปชัย สุวรรณธาดา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ จากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ จากสถาบันการพลศึกษา ที่ทุกท่านกรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องและพัฒนาให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้อง สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถาวร กมุทศรี รักษาการแทนรองคณบดีฝ่ายบริการวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ร.ต.ท. หญิง ชุติกาญจน์ ผาลใจนักพัฒนาการกีฬาชำนาญการประจำกรมพลศึกษา นางสาวรัชนี บุญมาเลิศ นักวิชาการศูนย์เยาวชน ปฏิบัติการประจำศูนย์เยาวชนกรุงเทพมหานคร(ไทย-ญี่ปุ่น) และนายกวิน พิกุลงาม นักพัฒนาการกีฬาปฏิบัติการ ประจำศูนย์ฝึกกีฬาเยาวชน กองการกีฬา ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับโปรแกรมฝึกของผู้วิจัย และสละเวลาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้อย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณในความร่วมมือจากอาสาสมัครผู้เข้าร่วมในการทดลองเป็นอย่างดี ที่ได้สละเวลามาเข้าร่วมการทดลองตั้งแต่วันแรกจนถึงวันเก็บข้อมูลวันสุดท้าย อย่างไม่ขาดตกบกพร่องและมีน้ำใจพร้อมช่วยเหลือผู้วิจัยในการทดลอง ทำให้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลอย่างครบถ้วนมาใช้ในการวิเคราะห์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้อนุเคราะห์เครื่องมือการทดลองและสถานที่ทดลอง สำหรับผู้วิจัยเพื่อใช้ทดสอบผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้จนสามารถดำเนินการได้ตลอดการทดลอง และขอขอบพระคุณครอบครัวและผู้ให้การช่วยเหลือทุก ๆ ท่านที่เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยสามารทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง 1

สารบัญภาพ ..... ข

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 4

สมมุติฐานการวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 4

1. ตัวแปรอิสระ 5

2. ตัวแปรตาม 5

3. ตัวแปรควบคุม 5

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย 5

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 6

บทที่ 2 7

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

1.เอกสาร วารสาร ตำรา 8

1.1 กายวิภาค และการทำงานของกล้ามเนื้อ 8

1.2 องค์ประกอบ และชนิดของพลังกล้ามเนื้อ 12

1.3 การฝึกพลังกล้ามเนื้อ 17

1.4 การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง 20

1.5 ระบบพลังงานที่ใช้ 22

1. ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen) 22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2. ระบบไกลโคไลสิส (Glycolysis) 23
3. ระบบออกซิเดทีฟ (Oxidative) 24
1.6 กลไกการปรับตัวของร่างกายหลังการฝึก และ การออกแบบโปรแกรมการฝึก 25
1. ปัจจัยจัยด้านการเพิ่มความแรงของกล้ามเนื้อ 26
1.7 การฝึกด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ 32
2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
3. กรอบแนวคิดการวิจัย 38
บทที่ 3 39
วิธีดำเนินงานวิจัย 39
1.ประชากร 39
2.กลุ่มตัวอย่าง 39
3. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย 39
4. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย 40
5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 40
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล 42
7. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 42
7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 42
7.2 โปรแกรมการฝึก 42
8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 43
9.แผนผังแสดงขั้นตอนการทำวิจัย 44
10.แผนการดำเนินงานวิจัย 45
บทที่ 4 46
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 46
บทที่ 5 55
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 55
สรุปผลการวิจัย 55
ผลการวิจัย 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

อภิปรายผลการวิจัย 56
4. ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย 58
5. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป 58
รายการอ้างอิง 60
ภาคผนวก จ. 76
ข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย 76
1. ข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย 77
2. ใบประชาสัมพันธ์ 83
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ระยะเวลาของกิจกรรมกับระบบพลังงาน (Baechle & Earle, 2000) 24
ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ ส่วนสูง น้ำหนักตัว และความแข็งแรงสัมพัทธ์ ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม 46
ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบความแข็งแรงสัมพัทธ์ ระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test) 47
ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อก่อน และหลังการฝึกภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างสองชุดเกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) ในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง 48
ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อก่อน และหลังการฝึกภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างสองชุดเกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) ในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง 49
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึกด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test) 50
ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม ด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test) 51
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร หลังการฝึก 52
แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ในรูปแบบเป็นวงจร ก่อน และหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม 53
แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ในรูปแบบไม่เป็นวงจร ก่อน และหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม 54

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1ส่วนประกอบภายในกล้ามเนื้อโครงร่าง..... 9
ภาพที่ 2การเชื่อมต่อระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ..... 10
ภาพที่ 3 ระบบปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Komi, 1992)..... 11
ภาพที่ 4 การกระตุ้นการกระตุกของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง นำไปสู่การหดตัวของกล้ามเนื้อ..... 14
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนไปตามความยาวของซาโครเมีย 14
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร็วในการยืดและหดตัว..... 15
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของทักษะทางกาย (Bompa, 1999)..... 17
ภาพที่ 8 การเลื่อนของกราฟแรงและพลังกล้ามเนื้อหลังทำการฝึก 20
ภาพที่ 9 ผลของการฝึกด้วยแรงต้าน และความเร็วที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟเส้นโค้งแรง และความเร็ว..... 20
ภาพที่ 10 เวลาในการเติมกลับของพลังกล้ามเนื้อขา 21
ภาพที่ 11 วิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมมาผสมผสานกับวิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง (Waldron, 2014)..... 22
ภาพที่ 12 ระบบพลังงานฟอสฟาเจน (Melillo, 2010-2011)..... 23
ภาพที่ 13 ทฤษฎี general adaptation syndrome..... 28
ภาพที่ 14 แผนตารางฝึกแบบรายปี (Bompa, 1999) 30
ภาพที่ 15 การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิด..... 30
ภาพที่ 16 การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิดคู่ 31
ภาพที่ 17การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิดเบี้ยว..... 31
ภาพที่ 18 การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิดหัวตัด 32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นับตั้งแต่มีการแข่งขันกีฬาโอลิมปิคครั้งแรก มนุษย์ได้พยายามค้นหาวิธีการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อเพื่อความได้เปรียบในการแข่งขันกีฬา (Baker, 2001) ได้นิยามความหมายพลังของกล้ามเนื้อว่า “พลังคือความสามารถในการออกแรงจำนวนมากด้วยความเร็วสูง” Lawton, Cronin, and Lindsell (2006) กล่าวว่า “พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในสมรรถภาพทางการกีฬาของกีฬาส่วนมาก” มีกีฬาเพียงส่วนน้อยที่มีการเคลื่อนไหวช้า เช่น ยิงธนู และยิงปืน ที่ไม่ต้องการองค์ประกอบด้านพลังกล้ามเนื้อมาก การฝึกพลังกล้ามเนื้อไม่เพียงแต่จะเพิ่มสมรรถนะทางการกีฬาเพียงอย่างเดียว การฝึกกล้ามเนื้อให้ทำงานด้วยความเร็วสูงยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของกล้ามเนื้อตามหน้าที่ (Muscle function) ซึ่งส่งผลให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น (Connelly, Rice, Roos, & Vandervoort, 1999) ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าการฝึกพลังของกล้ามเนื้อมีความสำคัญอย่างมากกับคนทุกกลุ่ม

พลังกล้ามเนื้อขา (Leg muscular power) นับเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญมากทางการกีฬา เนื่องจากเป็นองค์ประกอบหลักในการออกตัว การเปลี่ยนทิศทาง การลดความเร็ว การเร่งความเร็ว และการลงสู่พื้น (Bompa, 1999) ความสามารถด้านการใช้พลังของกล้ามเนื้อขานิยมทดสอบด้วยการกระโดดในเครื่องมือที่ประกอบด้วย แผ่นวัดพลัง (Force plate) และ เครื่องวัดตำแหน่งคาน (Bar position transducer) ซึ่งจะนำค่าที่ได้มาชี้วัดความสามารถด้านต่างๆของกล้ามเนื้อขา ดังนี้

พลังที่ออกมา (Power output)

แรงปฏิกิริยาจากพื้น (Ground reaction force)

ค่าความเร็วคาน (Bar velocity)

โดยรูปแบบการกระโดดนั้นจะแตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้ทดสอบ เช่น การทดสอบความสามารถด้านพลังอดทน (Power endurance) ด้วยการกระโดดต่อเนื่องกันหลายครั้ง และ การทดสอบพลังการลงสู่พื้น (Landing power) ด้วยการให้กระโดดลงจากกล่องที่สูงกว่าพื้น เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Rodano, Squadrone, and Mingrino (1996) ได้นิยามความหมายของการกระโดดว่า การกระโดด คือ การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการทำงานของข้อต่อหลายข้อต่อร่วมกันอย่างซับซ้อนโดยกลุ่มกล้ามเนื้อขา ซึ่งประกอบด้วยกล้ามเนื้อรอบข้อเท้า ข้อเข่า และสะโพก จะทำงานร่วมกันเพื่อสร้างรูปแบบการเคลื่อนไหวในแนวดิ่ง โดยการฝึกพลังกล้ามเนื้อขานิยมใช้ท่าสควอท เนื่องจากเป็นท่าฝึกชนิดโคลสไคเนติกเชน (Closed kinetic chain) ที่ฝ่าเท้ายึดติดกับพื้น ท่าสควอทจึงสามารถพัฒนาทักษะทางการกีฬาในกีฬาที่มีการยืนบนพื้นได้ดี (Bompa, 1999) (Boullosa, Abreu, Beltrame, & Behm, 2013) จากการศึกษางานวิจัยของ Moir, Mergy, Witmer, and Davis (2011) พบว่ามุมที่เหมาะในการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาในท่าสควอท คือ มุมประมาณ 90 องศาหรืออาจกล่าวได้ว่า ท่าฝึกฮาล์ฟสควอท (Half squat) เหมาะสมในการใช้ฝึกพลังกล้ามเนื้อขา

เป็นที่ทราบกันดีจากสมการทางฟิสิกส์ว่าพลังเป็นผลคูณของแรงกับความเร็วหรือ (Power = Force x Velocity) และเมื่อนำตัวแปรทางฟิสิกส์มาเปรียบเทียบกับสมรรถนะทางกายจะพบว่าพลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) เกิดจากผลคูณของแรงกล้ามเนื้อ (Muscular strength) กับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Velocity of muscle contraction) พลังจึงอาจเรียกได้ว่าเป็นรูปแบบการใช้แรงในชนิดระเบิดหรือ (Explosive strength) ได้เช่นกัน การสร้างพลังมักจะพบว่ามีความเกี่ยวข้องกับวงจรการยืด และหดตัวของกล้ามเนื้อหรือ (Stretch-shortening cycle) เข้ามาร่วมด้วย เนื่องจากเป็นระบบสร้างพลังที่มีประสิทธิภาพสูงเพราะมีการใช้พลังงานจากระบบปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Reflex) เข้ามาช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยระบบนี้จำเป็นต้องกระตุ้นการทำงานของ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle spindle) ด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดตัวออก (Eccentric) อย่างรวดเร็วต่อเนื่องกับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดตัวเข้า (Concentric) ทันที

จากสมการส่วนประกอบของพลังกล้ามเนื้อที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้ นักวิทยาศาสตร์การกีฬาและผู้ฝึกสอนนักกีฬาพยายามคิดค้นวิธีฝึกเพื่อเพิ่มแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อให้ได้มากที่สุด เช่น การฝึกแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Strength Training) การฝึกแรงระเบิด (Explosive Strength Training) การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric Training) และการฝึกเชิงซ้อน (Complex Training) เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีรูปแบบการฝึกอีกวิธีหนึ่งที่นำรูปแบบการฝึกแรงแบบระเบิดซึ่งต้องทำท่าฝึกติดต่อกันจนจบเซท มาประยุกต์โดยการเพิ่มการพักสั้นๆระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง การฝึกนี้มีชื่อเรียกว่า การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง (Cluster resistance training) วิธีการฝึกนี้เริ่มนำมาใช้โดยโค้ชกีฬายกน้ำหนักชาวสหรัฐอเมริกา (Poliquin, 2001) ด้วยแนวคิดว่าการเพิ่มการพักระหว่างการออกแรงจะทำให้นักกีฬาสามารถออกแรงในแต่ละครั้งได้อย่างมีคุณภาพหรือสามารถรักษาเทคนิคและพลังสูงสุดได้ตลอดการฝึก โดยจะเพิ่มเวลาพักสั้นๆ ระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง พบว่าการฝึกด้วยวิธีดังกล่าวมีความเมื่อยล้าน้อยกว่าวิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม เนื่องจากในช่วงพัก 10-30 วินาที มีการ

สังเคราะห์พลังงานชนิดฟอสโฟครีเอทีน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานชนิดไม่ใช้ออกซิเจนและไม่สร้างกรดแลคติก โดยกรดแลคติกนี้เองที่ส่งผลโดยตรงต่อความเมื่อยล้า เมื่อทำการเปรียบเทียบพบว่าวิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีพลังโดยรวมในแต่ละเซทมากกว่าวิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม (Haff et al., 2003) (Hardee et al., 2013)

Baechle and Earle (2000) ได้แบ่งพลังกล้ามเนื้อออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้ความพยายามเพียงครั้งเดียว (Single-effort) พลังกล้ามเนื้อชนิดนี้จะพบในกีฬาที่ต้องการใช้พลังมากเพียงครั้งเดียว เช่นกีฬาทุ่ม พุ่ง ขว้าง และกีฬายกน้ำหนัก

2.พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้ความพยายามหลายครั้ง (Multiple-effort) จะพบในกีฬาที่มีการใช้พลังหลายครั้ง เช่น การกระโดดในกีฬาวอลเลย์บอลและบาสเก็ตบอล การเร่งความเร็วในกีฬาฟุตบอล นอกจากนี้ Baechle and Earle (2000) ยังจำแนกพลังกล้ามเนื้อชนิดที่ใช้ความพยายามหลายครั้งย่อยออกเป็นอีกสองรูปแบบ คือ พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างเป็นวงจร (Cyclic muscle power) พลังกล้ามเนื้อชนิดนี้จะถูกใช้อย่างต่อเนื่อง โดยผ่านวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อ (stretch-shortening cycle) เช่น การวิ่ง การปั่นจักรยาน การกระโดดติดต่อกัน เป็นต้น และ พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างไม่เป็นวงจร (Acyclic muscle power) พลังกล้ามเนื้อชนิดนี้ วงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อของการเคลื่อนไหวครั้งก่อนหน้าจะถูกขัดขวางด้วยช่วงเวลาพัก จึงทำให้ต้องทำการสร้างวงจรการยืดและหดตัวของกล้ามเนื้อขึ้นมาใหม่ด้วยการทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดตัวออกอย่างรวดเร็ว (Fast eccentric) ยกตัวอย่างเช่นการย่อตัวก่อนกระโดดรับลูกวอลเลย์บอลโต้ตอบกันในเกมการแข่งขัน เป็นต้น

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่า ถ้าพิจารณาตามหลักการด้านความเฉพาะเจาะจง (Principle of specificity) จะพบว่าการฝึกด้วยวิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง มีความคล้ายคลึงกับการใช้พลังกล้ามเนื้ออย่างไม่เป็นวงจร จึงอาจจะเหมาะสมกับทักษะกีฬาที่ต้องการพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานไม่ต่อเนื่อง เช่น การกระโดดในกีฬาวอลเลย์บอล และแบดมินตัน ส่วนการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม (Traditional Resistance Training) อาจจะเหมาะกับกีฬาที่ต้องการพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานต่อเนื่อง เช่น วิ่ง ว่ายน้ำ ปั่นจักรยาน โดยข้อมูลข้างต้นนี้ยังเป็นเพียงสมมุติฐานวิจัยที่ผู้วิจัยต้องการจะทดสอบเนื่องจากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (ปี2013) ยังไม่มีการทดลองเกี่ยวกับการพัฒนาชนิดของพลังกล้ามเนื้อเปรียบเทียบระหว่างการฝึกด้วยวิธีการฝึกด้วยแรงต้านในรูปแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง และรูปแบบประเพณีนิยม จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาผลของฝึกทั้งสองรูปแบบ คือ 1.วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง 2.วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม ว่ามีผลในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างเป็นวงจร และ พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างไม่เป็นวงจร ไปใน

แนวทางใด โดยเลือกที่จะศึกษาในกลุ่มเพศชาย อายุ 18-22 ปี เนื่องจากเพศชายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยธรรมชาติที่มากกว่าเพศหญิงทำให้สามารถฝึกพลังกล้ามเนื้อความหนักสูงได้อย่างปลอดภัย และ ช่วงอายุดังกล่าวเป็นช่วงอายุที่ร่างกายเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว การฝึกนี้จึงไม่ขัดขวางการเจริญเติบโตของร่างกาย (Masland, 1983) (American Academy of Pediatrics Council on Sports, McCambridge, & Stricker, 2008) โดยผู้วิจัยจะใช้เครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงอัดอากาศ (Pneumatic Resistance) มาใช้ในการฝึกในท่าฝึกฮาล์ฟสควอท (Half squat) ทั้งสองรูปแบบ เนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือชนิดนี้คือ ไม่มีแรงเฉื่อยเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ผู้ทดลองสามารถใช้แรง และความเร็วได้เต็มที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Frost, Cronin, & Newton, 2008) จึงอาจจะเหมาะสมกับการใช้ฝึกพลังกล้ามเนื้อ มีความละเอียดสูงเนื่องจากควบคุมแรงต้านด้วยระบบดิจิตอล เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยชิ้นนี้ไม่ใช่นักกีฬาระดับสูง เครื่องมือชนิดนี้ใช้ทักษะในการฝึกที่ต่ำกว่าและมีผลกระทบด้านโมเมนตัมขณะเริ่มต้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการสควอทด้วยน้ำหนักอิสระ (Dale, 2010) นอกจากนี้จุดรับแรงต้านของเครื่องมือเป็นเบาะที่มีความยืดหยุ่นทำให้ลดความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บจากการหล่นกระแทกหลังจากทำท่าฝึกสำเร็จ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาด้วยวิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับวิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม

สมมุติฐานการวิจัย

การฝึกพลังกล้ามเนื้อขาด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงให้ผลการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมากกว่า วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานของการวิจัย โดยเปรียบเทียบผลการฝึกท่าฮาล์ฟสควอทด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ ในรูปแบบการฝึกที่พลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง และ รูปแบบการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม ต่อพลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างเป็นวงจร และ พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างไม่เป็นวงจร ในนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 50 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย

1. ตัวแปรอิสระ

โปรแกรมฝึกทั้งสองรูปแบบ

1.1 วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง (Cluster resistance training)

1.2 วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม (Traditional resistance training)

2. ตัวแปรตาม คือ

2.1 พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างเป็นวงจรต่อน้ำหนักตัว

2.2 พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างไม่เป็นวงจรต่อน้ำหนักตัว

3. ตัวแปรควบคุม คือ

3.1 เพศชาย

3.2 อายุ 18-22 ปี

3.3 นิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอทด้วยเครื่องสร้างแรงต้านจากแรงดันอากาศอยู่ในระดับ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

ผู้วิจัยได้นัดนิสิตทุกคนที่เข้าร่วมการวิจัยมาทำการฝึกด้วยความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ คือวันจันทร์,พุธ,ศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00 และได้ขอร้องให้นิสิตไม่ทำการฝึกนอกเพิ่มเติมจากโปรแกรมดังกล่าว เพื่อให้ผลการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาเกิดจากโปรแกรมการฝึกของผู้วิจัยเท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

กล้ามเนื้อขา (Leg muscular) หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อในระยางค์ส่วนล่างของมนุษย์มีหน้าที่หลักในการสร้างการเคลื่อนไหว เช่น การยืน การเดิน การกระโดด เป็นต้น

พลังกล้ามเนื้อขา (Leg muscular power) หมายถึง ความสามารถของกลุ่มกล้ามเนื้อขาในการสร้างพลังสูงสุดภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุดต่อการปฏิบัติในแต่ละครั้ง

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular force) หมายถึง ความสามารถของกลุ่มกล้ามเนื้อขาในการออกแรงมากที่สุดต่อการปฏิบัติในแต่ละครั้ง

ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อขา (Velocity of leg muscle contraction) หมายถึง ความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อขาแบบหดตัวสั้นลงด้วยความเร็วสูงที่สุดต่อการปฏิบัติในแต่ละครั้ง

วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง (Cluster resistance training) หมายถึง การฝึกพลังกล้ามเนื้อจำนวนหนึ่งครั้งแล้วหยุดพัก 20 วินาที ก่อนที่จะเริ่มต้นทำการฝึกในครั้งถัดไปจนครบจำนวนครั้งที่กำหนดในแต่ละเซทการฝึก

วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม (Traditional resistance training) หมายถึงการฝึกการฝึกพลังกล้ามเนื้อโดยการออกแรงติดต่อกันจนครบจำนวนครั้งที่กำหนดในแต่ละเซทการฝึก

พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างเป็นวงจร (Cyclic muscle power) หมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่ใช้งานอย่างติดต่อกัน

พลังกล้ามเนื้อชนิดใช้งานอย่างไม่เป็นวงจร (Acyclic power) หมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่ใช้งานอย่างไม่ติดต่อกัน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ได้รูปแบบวิธีการฝึกพลังแบบใหม่ที่เหมาะสมกับกีฬาในแต่ละรูปแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบรูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงกับแบบประเพณีนิยมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา โดยผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมความรู้จากวารสาร และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง และนำมาจัดหมวดหมู่ และสรุปแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

1.เอกสาร วารสาร ตำรา

1.1 กายวิภาค และการทำงานของกล้ามเนื้อ

1.2 องค์ประกอบ และชนิดของพลังกล้ามเนื้อ

1.3 การฝึกพลังกล้ามเนื้อ

1.4 การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง

1.5 ระบบพลังงานที่ใช้

1.6 กลไกการปรับตัวของร่างกายหลังการฝึก และการออกแบบโปรแกรมการฝึก

1.7 การฝึกด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.เอกสาร วารสาร ตำรา

1.1 กายวิภาค และการทำงานของกล้ามเนื้อ

Kenney, Wilmore, and Costill (2012) ได้แบ่งประเภทกล้ามเนื้อของมนุษย์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. กล้ามเนื้อโครงร่าง (Skeletal muscle)

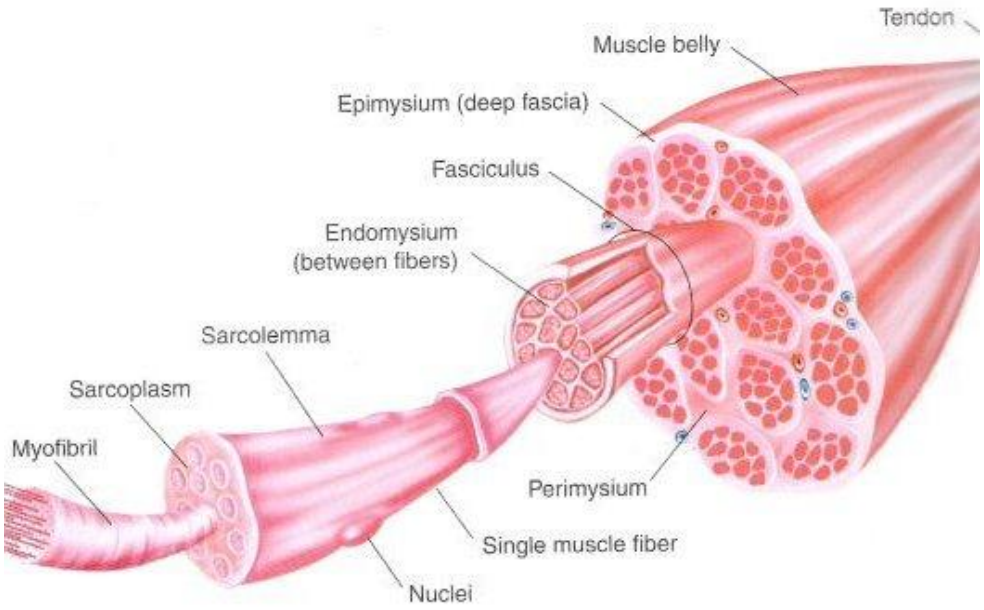
2. กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle)

3.กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle)

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาเฉพาะกล้ามเนื้อโครงร่างเท่านั้น

พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การกีฬา และการออกกำลังกาย (*Dictionary of sport and exercise science*, 2006) หมวด S หน้า 191 ได้นิยามความหมายของกล้ามเนื้อโครงร่างว่า “กล้ามเนื้อโครงร่างคือ กล้ามเนื้อที่ต่อเชื่อมเข้ากับกระดูก มีหน้าที่ทำให้ระยางค์เกิดการเคลื่อนไหว” โดย (Baechle & Earle, 2000) ได้ให้รายละเอียดถึงกล้ามเนื้อโครงร่างว่า เป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle tissue) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) เส้นประสาท (Nerve) และเส้นเลือด (Blood vessel) โดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจะถูกต่อเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย หรือเอพิมัยเซียม (Epimysium) ปกคลุมทั่วร่างกายกว่า 430 กล้ามเนื้อโครงร่าง โดยเอพิมัยเซียมนี้จะเชื่อมต่อกับเอ็นกล้ามเนื้อ (Tendon) ที่ตำแหน่งปลายของมัดกล้ามเนื้อ โดยปลายอีกฝั่งของเอ็นกล้ามเนื้อจะเชื่อมต่อกับกระดูกด้วยเส้นใยพิเศษที่มีชื่อว่า เพอริออสตรียม (Periosteum) ทุกครั้งที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อจึงจะมีการดึงระยางค์ให้เกิดการเคลื่อนไหว

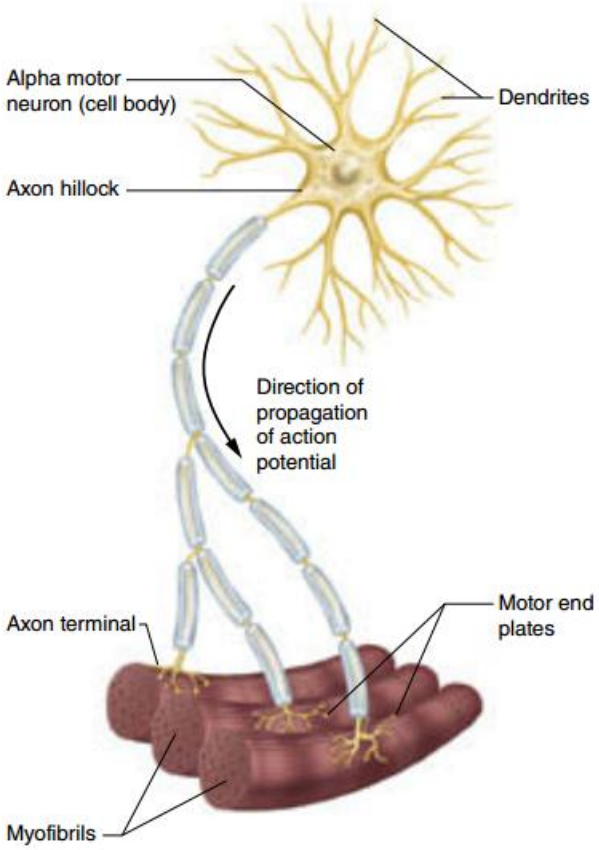
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 1ส่วนประกอบภายในกล้ามเนื้อโครงร่าง

เส้นใยกล้ามเนื้อมีลักษณะกลมยาวคล้ายทรงกระบอก โดยแต่ละเส้นมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-100 ไมโครเมตร โดยจะเชื่อมต่อกันด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเอ็นโดมัยเซียม (Endomysium) อยู่เป็นกลุ่มประมาณ 150 เส้นใยขึ้นไป ภายใต้ฟาสสิคคิวลัส (Fasciculus) โดยแต่ละฟาสสิคิวลัสจะถูกเชื่อมต่อกันโดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เพอริมัยเซียม (Perimysium) (ภาพที่ 1) แสดงการเชื่อมต่อระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (Neuro-muscular junction) แต่ละเส้นใยกล้ามเนื้อ แต่ละเส้นใยกล้ามเนื้อจะมีเซลล์ประสาทจับคู่กันเพียงหนึ่งเซลล์ ซึ่งจะเรียกรวมว่าหน่วยยนต์ (Motor unit)

ดรุณวรรณ สุขสม (2552) ได้กล่าวถึงการทำงานของระบบประสาทกับกล้ามเนื้อว่า เมื่อกล้ามเนื้อโครงร่างถูกกระตุ้นด้วยกระแสประสาทผ่านทางนิวโรมัสคูล่าร์จังชั่น (Neuromuscular junction) หรือมอเตอร์ เอนเพลท (Motor end plate) ไปยังเซลล์กล้ามเนื้อ เหนี่ยวนำให้เกิดแอคชั่นโพเทนเชียล (Action potential) สู่เซลล์กล้ามเนื้อ ทำให้เกิดสารแคลเซียมหลั่งออกมาจากซาร์โคลาสมิกเรติคิวลัม (Sacroplasmic reticulum) และเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมี ไปเป็นพลังงานกล และพลังงานความร้อนภายในมัยโอฟิลาเมนต์ (Myofilament) ซึ่งเป็นส่วนประกอบย่อยของเซลล์กล้ามเนื้อ ส่งผลให้เกิดกล้ามเนื้อหดตัว (Muscle contraction) ในที่สุด



ภาพที่ 2 การเชื่อมต่อระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ

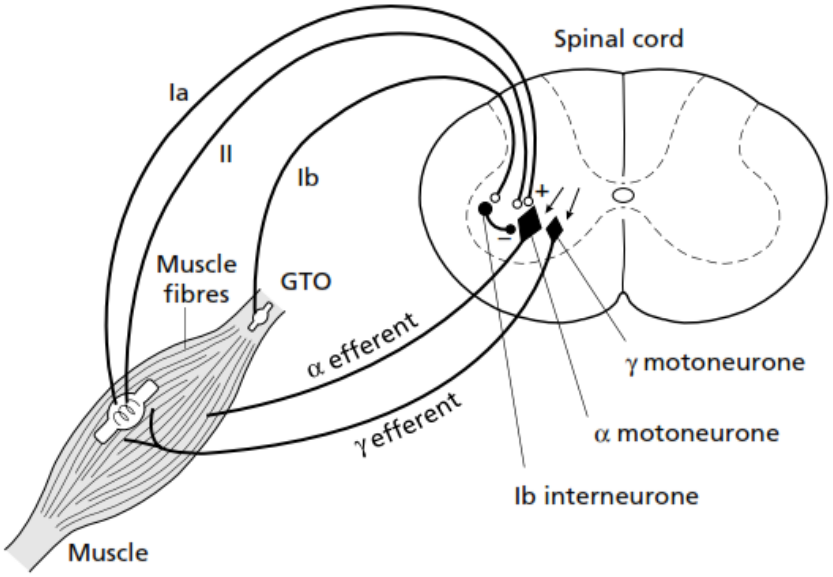
โดยทั่วไปการทำงานของกล้ามเนื้อจะควบคุมผ่านสมอง ในบางกรณีการทำงานของกล้ามเนื้อสามารถทำโดยไม่ผ่านการประมวลผลที่สมองได้ด้วยเช่นกัน เช่น การดึงมือออกเมื่อจับของร้อน หลังจากที่เกิดความเจ็บปวด กระแสประสาทจะถูกส่งไปที่ไขสันหลังเพื่อสั่งการให้กล้ามเนื้อหดตัวทันที ดังนั้นการสั่งการกล้ามเนื้อจะสามารถทำได้ด้วยความรวดเร็ว ระบบนี้มีชื่อเรียกว่าระบบปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Reflex) โดยระบบปฏิกิริยาสะท้อนกลับสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. ระบบปฏิกิริยาสะท้อนกลับที่กล้ามเนื้อกระสวย (Muscle spindle reflex)

กล้ามเนื้อกระสวยคือกลุ่มของเส้นใยกล้ามเนื้อที่พบ ได้ระหว่างกล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งจะประกอบด้วยเส้นใยเล็กๆ 4-20 เส้น ภายในจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่สั่งการระบบประสาทการเคลื่อนไหวแกมม่า (ɣ motor neurons) โดยเส้นใยชนิดนี้จะไม่สามารถทำการหดตัวได้ เนื่องจากมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดแอคติน และไมโอซินอยู่น้อย แต่หน้าที่หลักของเส้นใยชนิดนี้คือตรวจจับแรงตึงจากการยืดของกล้ามเนื้อ และส่งข้อมูลไปที่ไขสันหลัง ให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ

2. ระบบปฏิกิริยาสะท้อนกลับที่ส่วนรับความรู้สึกในเอ็น (Golgi tendon organs)

ส่วนรับรู้ความรู้สึกในเอ็นประกอบด้วยเส้นใยเอ็นกล้ามเนื้อขนาดเล็ก ซึ่งจะตรวจจับแรงตึงในเอ็นกล้ามเนื้อ และจะส่งสัญญาณยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อส่งผลให้กล้ามเนื้อคลายตัวออก เพื่อลดการบาดเจ็บ



ภาพที่ 3 ระบบปฏิกิริยาสะท้อนกลับ (Komi, 1992)

McGuff and Little (2009) ได้แบ่งเส้นใยกล้ามเนื้อตามการหดตัวออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1. ชนิดหดตัวช้า ใช้อ็อกซิเจนเป็นพลังงานหลัก (Slow twitch, oxidative)

2. ชนิดหดตัวเร็ว ใช้อ็อกซิเจนเป็นพลังงานหลัก (Fast twitch, oxidative)

3. ชนิดหดตัวเร็ว ใช้อ็อกซิเจนและไกลโคเจนเป็นพลังงานหลัก (Fast twitch, oxidative and glycolytic)

4. ชนิดหดตัวเร็ว ใช้ไกลโคเจนเป็นพลังงานหลัก (Fast twitch, glycolytic)

โดย (Bompa, 1999) กล่าวว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมักจะมีลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อสีขาวส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ามักจะมีลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อสีแดง โดยมีคุณลักษณะแตกต่างกันดังนี้

เส้นใยสีขาว : เกิดความล้าได้เร็ว มีการระดมหน่วยยนต์ที่มาก การหดตัวของกล้ามเนื้อใช้เวลาน้อยและสร้างพลังได้มาก เหมาะสำหรับกิจกรรมที่ใช้พลังและความเร็ว จะถูกเรียกใช้ในกิจกรรมความหนักสูงเท่านั้น

เส้นใยสีแดง : เกิดความล้าได้ช้า มีการระดมหน่วยยนต์ที่น้อยกว่า การหดตัวของกล้ามเนื้อใช้เวลามาก สามารถหดตัวอย่างต่อเนื่องได้ เหมาะสำหรับกิจกรรมอดทน จะถูกเรียกใช้ในกิจกรรมทั้งความหนักต่ำและสูง

สัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อจะแตกต่างไปตามกรรมพันธุ์ของแต่ละบุคคลซึ่งจะกำหนดคุณสมบัติของบุคคลนั้นๆว่าเหมาะกับการเล่นกีฬาประเภทใดโดยสามารถทราบได้จากการเจาะตัวอย่างกล้ามเนื้อออกมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือ (Muscle biopsy)

Bean (2008) ได้แยกประเภทการทำงานของกล้ามเนื้อเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. การทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดตัวสั้น (Concentric muscle action) ทำงานโดยเส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวและมีขนาดลดลง เช่น จังหวะออกแรงยกน้ำหนักขึ้น

2. การทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดตัวออก (Eccentric muscle action) เป็นการทำงานตรงกันข้ามกับการทำงานแบบหดตัวสั้น โดยความยาวของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่มุมของข้อต่อเพิ่มขึ้นพร้อมกับแรงตึงตัวของกล้ามเนื้ออยู่ในการควบคุม เช่น การออกแรงในการต้านน้ำหนักลงสู่จุดเริ่มต้น

3. การทำงานของกล้ามเนื้อแบบความยาวคงที่ (Isometric muscle action) เกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อสร้างแรงตึงตัวในขณะที่ความยาวไม่เปลี่ยน เช่น การออกแรงยกน้ำหนักมาถึงจุดกึ่งกลางแล้วไม่สามารถออกแรงยกต่อไปได้ แรงตึงในกล้ามเนื้อจึงเท่ากับน้ำหนักที่ใช้

อย่างไรก็ตาม การเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์มักจะไม่พบการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสามรูปแบบเพียงอย่างเดียวเนื่องจากจะมีแรงกระแทกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การกระโดด การวิ่ง ในหลายๆ สถานการณ์จะมีการผสมกันระหว่างการทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดตัวออก และการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดตัวสั้น เป็นรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อที่เรียกว่า วงจรการยืด และหดตัวของกล้ามเนื้อ (Stretch-shortening cycle หรือ SSC) (Komi, 1992)

1.2 องค์ประกอบ และชนิดของพลังกล้ามเนื้อ

เราทราบกันดีจากสมการทางฟิสิกส์ว่า พลัง คือผลคูณของ แรง กับความเร็ว หรือ

Power = Force X Speed

สอดคล้องกับแนวคิดของ Kenney et al. (2012) ซึ่งได้นิยามความหมายของพลังกล้ามเนื้อว่า พลังกล้ามเนื้อหมายถึงอัตราการสร้างงาน หรือผลผลิตของแรงและพลัง โดยพลังกล้ามเนื้อจะเกิดจากการใช้แรงกล้ามเนื้อแบบระเบิด เช่นคนสองคนสามารถฝึกท่าเบนช์เพรส 200 กิโลกรัม เท่ากัน ระยะทางของการยกจากจุดที่คานแตะอกถึงตำแหน่งที่แขนเหยียดสุดเท่ากัน คนที่ใช้เวลายกเพียงครึ่งเดียวของอีกคนหนึ่ง จะมีพลังมากเป็นสองเท่าของอีกคนหนึ่ง Kenney et al. (2012) ได้กล่าวถึงการสร้างแรงและความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อว่าขึ้นกับปัจจัยสำคัญดังนี้

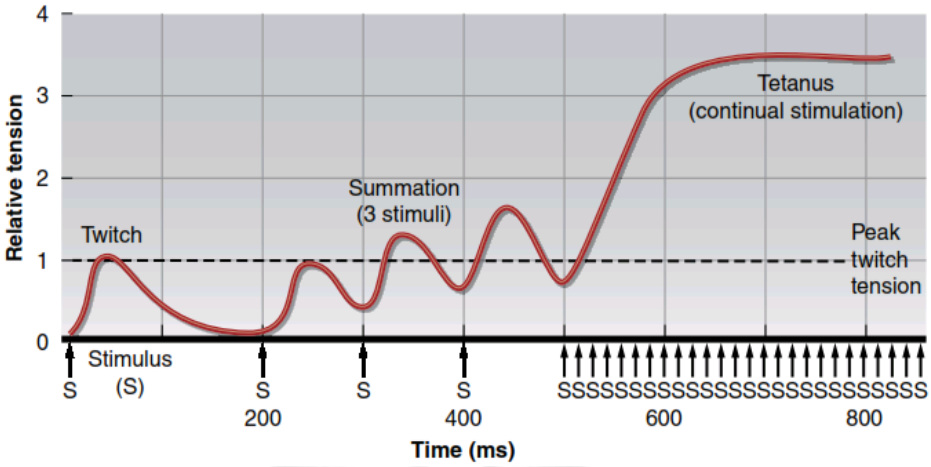
1. จำนวนการระดมหน่วยยนต์ และขนาดของกล้ามเนื้อ

เมื่อมีการระดมหน่วยยนต์จำนวนมากขึ้น แรงในกล้ามเนื้อก็จะเกิดมากขึ้นด้วยเช่นกัน และกล้ามเนื้อแบบ Type II จะสามารถสร้างแรงในกล้ามเนื้อได้มากกว่าแบบ Type I เพราะกล้ามเนื้อแบบ Type II มีจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากกว่า

2. ความถี่ของการระดมหน่วยยนต์

ใน 1 หน่วยยนต์หน่วยสามารถสร้างแรงได้หลายระดับ โดยขึ้นอยู่กับความถี่ที่กระตุ้นที่หน่วยยนต์นั้นๆ ดังแสดงในภาพประกอบ (ภาพที่ 3) จะเห็นว่าเมื่อทำการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าจำนวน 1 ครั้ง จะเกิดการกระตุกของกล้ามเนื้อขึ้นหนึ่งครั้ง และเมื่อทำการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องโดยไม่รอให้เกิดการพักตัวอย่างสมบูรณ์ (Complete relaxation) จะให้ผลลัพท์ของแรงในการกระตุกของกล้ามเนื้อที่มากกว่าการกระตุ้นเพียงครั้งเดียว และยังพบว่าหากทำการกระตุ้นอย่างต่อเนื่องด้วยความถี่ที่มากขึ้นจะพบว่านำไปสู่ภาวะการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Tetanus) นำไปสู่ผลลัพท์ของแรงในกล้ามเนื้อ และแรงตึงในเส้นใยกล้ามเนื้อสูงสุด โดยอัตราการระดมหน่วยยนต์นี้เองสามารถนำมาอธิบายกระบวนการการสร้างแรงกล้ามเนื้อว่าสามารถเปลี่ยนจากการกระตุกไปเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อได้โดยการเพิ่มความถี่ในการกระตุ้นการทำงานของหน่วยยนต์นั้นๆ

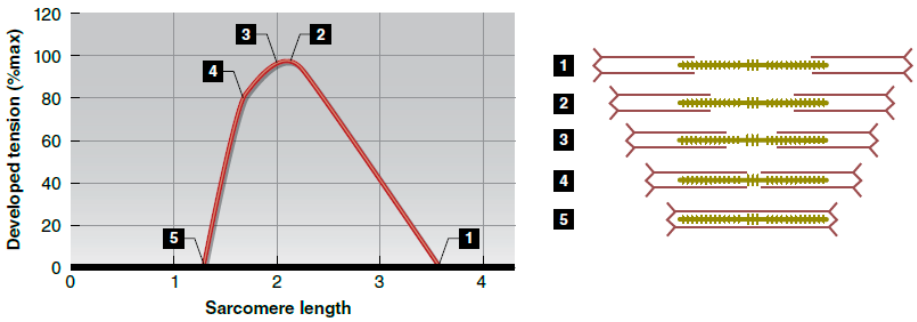
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4 การกระตุ้นการกระตุกของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง นำไปสู่การหดตัวของกล้ามเนื้อ

3. ความยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อ และซาโครเมีย (Sacromere)

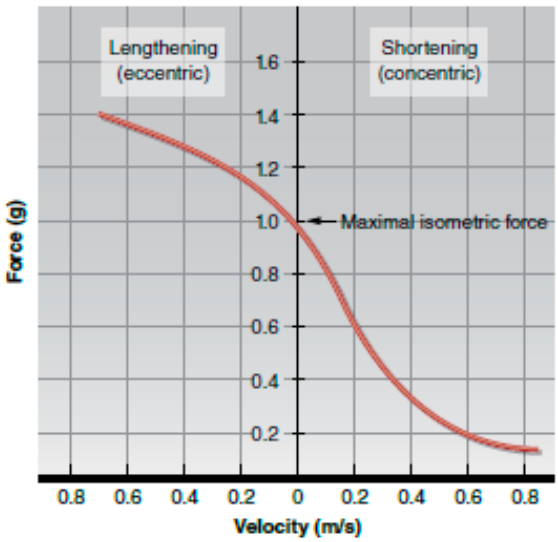
ความยาวที่เหมาะสมของเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการสร้างแรงกล้ามเนื้อ โดยเส้นใยกล้ามเนื้อประกอบด้วยซาโครเมียที่ส่วนปลาย และซาโครเมียนี้เองจะประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหนา และบาง (Thick , Thin filament) ความยาวของซาโครเมียที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ซ้อนทับกันระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหนา และบาง ภาพที่ 5 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อซาโครเมีย อยู่ในตำแหน่งที่ยืดออกจนสุด หรือหดตัวจนสุด จะไม่มีการสร้างแรงในกล้ามเนื้อเกิดขึ้น (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกล้ามเนื้อที่เปลี่ยนไปตามความยาวของซาโครเมีย

4. ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถในการสร้างแรงที่ขึ้นอยู่กับความเร็วในการหดตัว ในการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดตัวเข้า (Concentric) แรงในกล้ามเนื้อจะลดลงตามความเร็วในการหดตัวที่สูงขึ้น ในทางกลับกันเมื่อกล้ามเนื้อทำงานแบบยืดตัวออก แรงในกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร็วในการยืดและหดตัว

จากแนวคิดจากความสัมพันธ์ของแรงและความเร็ว (Bompa, 1999) พบว่า แรงกล้ามเนื้อ (Muscular force, Muscular strength) ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Velocity of muscle contraction) และ ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) มีความสัมพันธ์เป็นรูปสามเหลี่ยม (ภาพที่ 7) และได้สร้างทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่า พลังกล้ามเนื้อมีหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันไป แบ่งแยกโดยอัตราส่วนของ แรงกล้ามเนื้อ ต่อความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เรียงตามลำดับแรงกล้ามเนื้อมากไปหาน้อย ดังนี้

1.พลังการลงสู่พื้น (Landing power, Reactive power)

อยู่ในจุดมุมสามเหลี่ยม (F) ที่ใช้แรงกล้ามเนื้อมากที่สุด เนื่องจากการลงสู่พื้นจะต้องใช้พลังมากกว่าการกระโดดขึ้น พบว่านักกีฬาใช้พลังของกล้ามเนื้อ 3 ถึง 4 เท่าของน้ำหนักตัวในการลงพื้นในท่าย่อเข่า และ 6 ถึง 8 เท่าของน้ำหนักตัว ในการลงท่าเข่าตึง สาเหตุที่ใช้ความเร็วในการหดตัวต่ำที่สุด เนื่องจากต้องชะลอความเร็วในการตกสู่พื้น พลังชนิดนี้มีความจำเป็นในกีฬาหลายชนิด เช่น ยิมนาสติก สเกตลีลา การฝึกการลงพื้นจะช่วยลดการบาดเจ็บการมีพลังในการลงสู่พื้นมากจะทำให้สามารถลงสู่พื้นได้อย่างมั่นคง ดูดซับแรงกระแทก และการรักษาสมดุลของร่างกาย นอกจากนี้ยังทำให้นักกีฬาสามารถจะขยับต่อไปได้ทันทีที่ลงสู่พื้น

2. พลังการทุ่ม พุ่ง ขว้าง (Throwing power)

เป็นพลังที่เน้นในการการถ่ายทอดพลังสู่วัตถุ เช่นการขว้างลูกเบสบอล การพุ่งแหลน พลังชนิดนี้ ใช้ความเร็วในการหดตัวค่อนข้างต่ำเนื่องจากการสร้างความเร่งคงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหวของการขว้างจำเป็นต้องให้วัตถุอยู่ติดกับมือให้ได้นานที่สุด โดยความเร่งสูงสุดจะอยู่ที่จุดปล่อยวัตถุ

3. พลังการกระโดด (Takeoff power)

เป็นความสามารถในการพาร่างกายไปยังจุดที่สูงจากพื้นมากที่สุด เช่นการกระโดดสูงหรือการกระโดดปัดลูกบอลในกีฬาบางประเภท ความสูงของการกระโดดจะขึ้นอยู่กับแรงแนวดิ่ง ที่ส่งลงสู่พื้นเพื่อที่จะชนะแรงโน้มถ่วงของโลก โดยทั่วไปการสร้างแรงเพื่อกระโดดสูงต้องการแรงแนวดิ่งอย่างน้อย 2 เท่าของน้ำหนักตัว

4. พลังการออกตัว (Starting power)

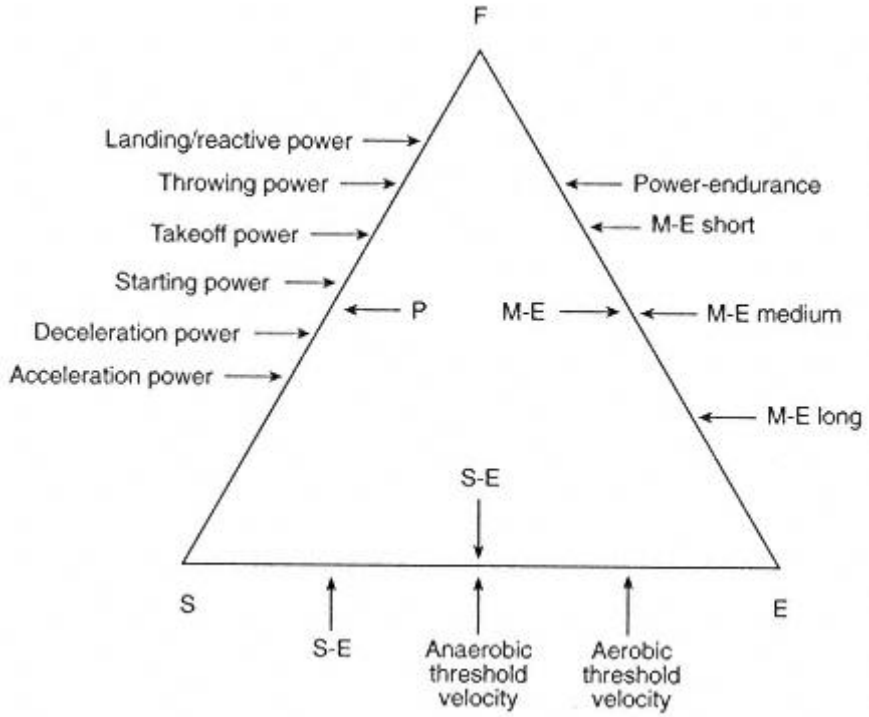
พลังชนิดนี้จำเป็นสำหรับกีฬาที่ต้องการความเร็วในระยะทางที่กำหนดภายในระยะเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่เป็นไปได้นักกีฬาจำเป็นต้องสร้างพลังสูงสุดตั้งแต่การเริ่มการหดตัวครั้งแรกของกล้ามเนื้อเพื่อสร้างความเร็วเริ่มต้นให้มาก ทั้งนี้การออกตัวได้เร็วยังต้องขึ้นกับเวลาปฏิกริยา (Reaction time) ของนักกีฬาด้วย

5. พลังการชะลอความเร็ว (Deceleration power)

ในกีฬาประเภทเกมการแข่งขัน เช่น ฟุตบอล หรือ บาสเกตบอล นอกจากพลังการเร่งความเร็วแล้วพลังการเปลี่ยนทิศทางความเร็ว ยังทำให้ได้เปรียบในเกมกีฬาเช่นกัน โดยจะใช้กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการเร่งความเร็ว แต่ใช้การทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดยาวออกแทนที่จะเป็นการหดสั้นเข้า

6. พลังการเร่งความเร็ว (Acceleration power)

พลังชนิดนี้อยู่ในจุดสูงสุดของความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการเร่งความเร็วจำเป็นที่จะต้องสร้างความถี่ช่วงก้าว (Stride frequency) ให้สูง พลังเร่งความเร็วนั้นขึ้นอยู่กับพลังแขน และพลังขา แม้จะเป็นกีฬาวิ่งที่ใช้ขาเป็นหลักก็ตาม นอกจากนี้ Bompa (1999) ยังได้กล่าวถึงพลังชนิดอดทน (Power endurance) ว่า เป็นความสามารถในการรักษาพลังส่งออกได้ใกล้เคียงกับการฝึกครั้งแรก Whyte (2006) ได้พูดเกี่ยวกับการพัฒนาของความสามารถในด้านพลังและความอดทนว่าเมื่อการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไประยะหนึ่ง จะส่งผลให้เกิดความอดทนต่อความเมื่อยล้า มากขึ้น โดยเมื่อทำการฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนักเท่าเดิมไปสักพักความเมื่อยล้าที่เกิดจากการฝึกจะลดลง เนื่องจากกล้ามเนื้อที่แข็งแรงขึ้นส่งผลให้มีการกระตุ้นการทำงานทางระบบประสาทที่น้อยลง



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของทักษะทางกาย (Bompa, 1999)

1.3 การฝึกพลังกล้ามเนื้อ

การฝึกพลังกล้ามเนื้อจะมุ่งไปที่การพัฒนาความแข็งแรงของสูงสุดกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ Knuttgen and Kraemer (1987) ได้นิยามความหมายของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อว่าเป็นแรงสูงสุดที่กล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อสามารถสร้างออกมาได้ด้วยความเร็วที่เฉพาะเจาะจง Stoppani (2006) กล่าวว่า หลักการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นมีการคิดค้นขึ้นมาอย่างมากมาย หลายๆข้อยังคงไม่ได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตามมีบางหลักการที่ได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญอย่างแพร่หลาย ดังนี้

หลักการด้านความเฉพาะเจาะจง (Principle of specificity) หลักการนี้กล่าวถึงการปรับตัวของร่างกายจะคล้ายคลึงอยู่กับรูปแบบการฝึก เช่นการฝึกเพื่อเพิ่มความสามารถทางการกีฬา ท่าฝึกควรจะมีความคล้ายคลึงกับการเคลื่อนไหวของกีฬานั้นๆ

หลักการโอเวอร์โหลดแบบก้าวหน้า (Principle of progressive overload) หรือการเพิ่มความหนักของการฝึกอย่างต่อเนื่อง เมื่อกล้ามเนื้อสามารถปรับตัวรับกับความหนักของการฝึกระดับเดิมได้ หลักการนี้สำคัญอย่างยิ่งในการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

หลักการด้านความจำเพาะบุคคล (Principle of individuality) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น โปรแกรมการฝึกจะขึ้นอยู่กับความสามารถ และเป้าหมายในการฝึกของบุคคลแต่ละคน เช่น ผู้ที่เริ่มต้นฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ย่อมจะใช้โปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกับนักกีฬาระดับสูง

หลักการด้านความหลากหลาย (Principle of variation) เมื่อทำการฝึกกล้ามเนื้อไประยะหนึ่ง การพัฒนาของกล้ามเนื้อจะช้าลง ดังนั้นการปรับเปลี่ยนโปรแกรมการฝึกเพื่อให้เกิดการกระตุ้นในรูปแบบใหม่ๆ ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดการพัฒนา โดยหลักการนี้เองเป็นแนวคิดของการวางแผนโปรแกรมการฝึกแบบรายปี (Periodization)

หลักการรักษาสภาพ (Principle of maintenance) ในผู้ฝึกที่ความแข็งแรงถึงเป้าหมายในการฝึกแล้ว การฝึกเพื่อรักษาระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือมวลกล้ามเนื้อจะใช้การฝึกในระดับความเข้มข้นน้อยกว่าการฝึกเพื่อพัฒนา

หลักการด้านความสามารถถดถอย (Principle of reversibility) เป็นหลักการที่ว่าเมื่อการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีการขาดช่วง หรือไม่ได้มีการรักษาสภาพการฝึกไว้ การพัฒนาความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อจะลดลงกลับไปสู่ระดับพื้นฐานของร่างกาย

การฝึกพลังกล้ามเนื้อนั้นจะพบว่าจะมีการใช้ วงจรการยืด และหดตัวของกล้ามเนื้อ หรือ (Stretch-shortening cycle) เข้ามาร่วมในการฝึก โดยกระตุ้นการทำงานของวงจรด้วยการสร้างการทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดตัวออกอย่างรวดเร็วตามด้วยการออกแรงในทิศตรงข้ามทันทีด้วยกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน Komi (1992) กล่าวว่าวงจรการยืด-หดตัวเป็นองค์ประกอบมากกว่า 50% ของพลังในการกระโดด โดยวิธีการฝึกด้วยวงจรการยืด และหดตัวของกล้ามเนื้อ มีชื่อเรียกว่าการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyomatric training)

Whyte (2006) กล่าวว่า การฝึกพลัยโอเมตริกจะมีจุดประสงค์หลักเพื่อการพัฒนาทางระบบตอบสนองทางประสาทโดยจะมีสามขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนการทำงานแบบยืดตัวออก (Eccentric phase) อย่างรวดเร็วเพื่อสะสมพลังงานยืดหยุ่น (Elastic energy) และเกิดการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อ

2. ขั้นตอนการถ่ายโยงระหว่างการทำงานแบบยืดตัวออก และการทำงานแบบหดตัวเข้า (Concentric phase) ขั้นตอนนี้จะเกิดการสร้างพลังได้มากที่สุด

3. ขั้นตอนการทำงานแบบหดตัวเข้า ซึ่งจะเสริมแรงจากขั้นตอนที่ 2

การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถฝึกได้ด้วยน้ำหนักตัว เช่นการฝึกกระโดดสปริงข้อเท้า (Bounding) หรือใช้น้ำหนักจากวัตถุ เช่นการฝึกด้วยลูกบอลน้ำหนัก เป็นต้น การฝึกพลัยโอเมตริกสามารถนำมาร่วมกับการฝึกด้วยน้ำหนัก เพื่อเพิ่มระดับในการฝึก เช่น การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Combined weight and plyometric training) หรือ การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) เป็นต้น

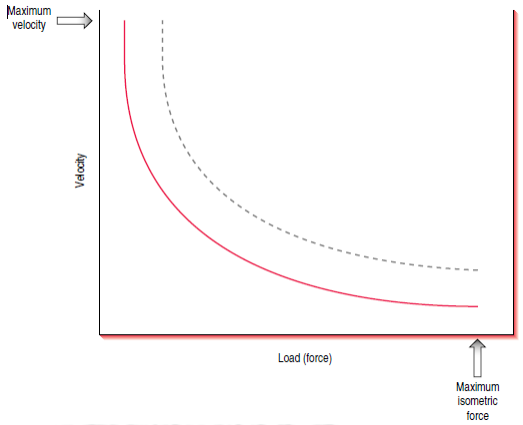
Baechle and Earle (2000) กำหนดความหนักในการฝึกเพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อด้วยวิธีแบบประเพณีนิยม (Traditional power training) ตามวัตถุประสงค์ในการฝึก ดังนี้

1. ฝึกเพื่อกิจกรรมที่ออกแรงสูงสุดครั้งเดียว (Single effort event) เช่นการฝึกเพื่อเตรียมแข่งขันกีฬายกน้ำหนัก หรือ กีฬา ทุ่ม พุ่ง ขว้าง ฝึกด้วยความหนัก 80-90% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 1-2 ครั้ง ต่อ 1 เซ็ท

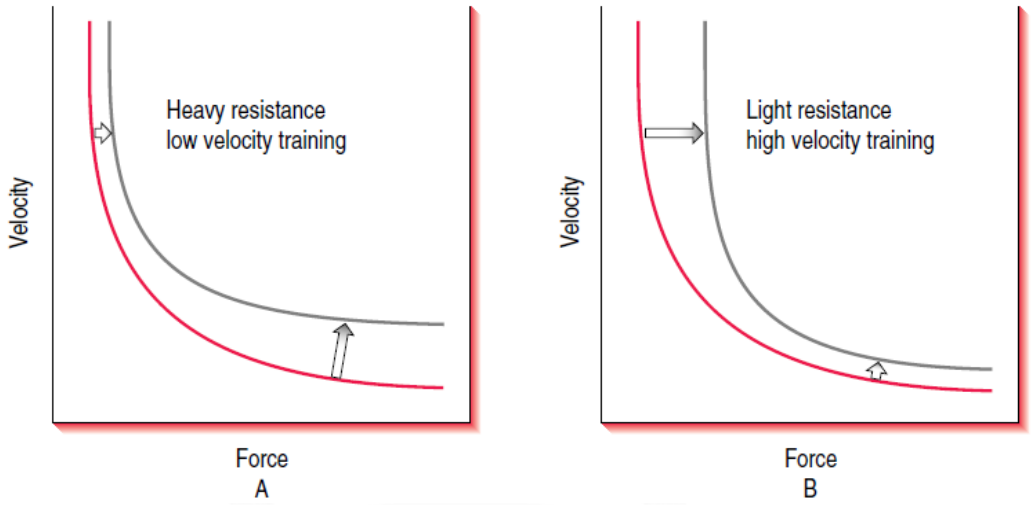
2. ฝึกเพื่อกิจกรรมที่ออกแรงสูงสุดหลายครั้ง (Multiple effort event) เช่นการฝึกเพื่อเตรียมการแข่งขันกีฬาวิ่ง ฝึกด้วยความหนัก 75-85% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 3-5 ครั้ง ต่อ 1 เซ็ท

Whyte (2006) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์กันของแรงกับความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อว่ามีความสัมพันธ์เป็นรูปเส้นโค้ง โดยได้เรียกเส้นโค้งนี้ว่า เส้นโค้ง แรง และความเร็ว (Force-velocity curve) จะเห็นว่าเมื่อกล้ามเนื้อมีการสร้างแรงที่มาก ความเร็วในการหดตัวจะลดลง และเมื่อทำการฝึกพลังกล้ามเนื้อจะส่งผลให้เส้นโค้งเกิดการเลื่อน ดังที่แสดงในเส้นประ (ภาพที่ 8) นอกจากนี้การฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยความหนักที่แตกต่างกัน มีผลที่แตกต่างกันต่อเส้นโค้ง แรงกล้ามเนื้อ และเวลาในการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยเมื่อมีการฝึกด้วยน้ำหนักสูง จะมีผลในการเพิ่มแรงกล้ามเนื้อ และถ้าฝึกด้วยความหนักที่น้อย จะมีผลในการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของ กล้ามเนื้อ (ภาพที่ 9)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 8 การเลื่อนของกราฟแรงและพลังกล้ามเนื้อหลังทำการฝึก



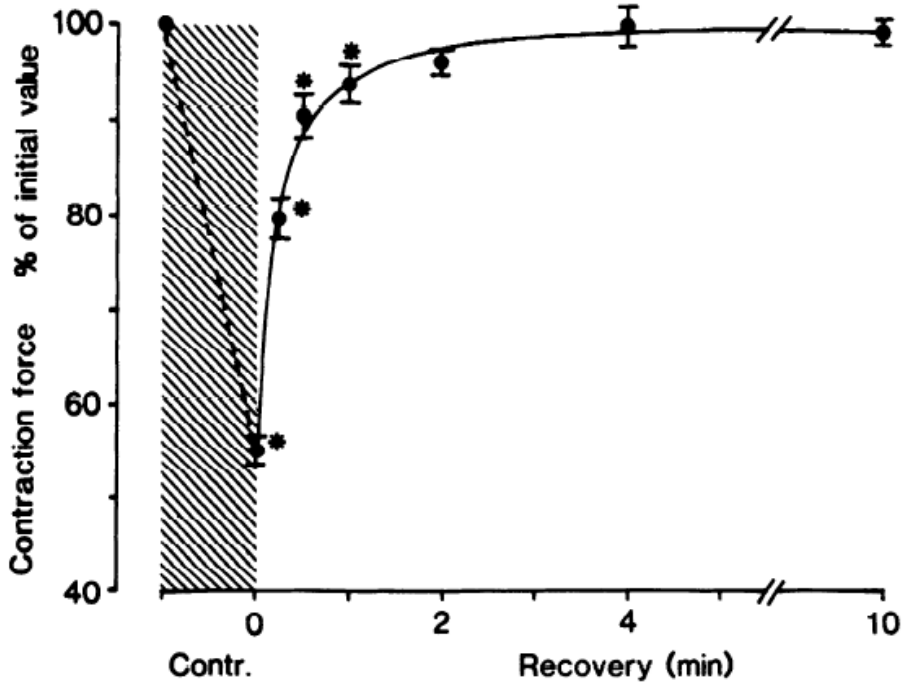
ภาพที่ 9 ผลของการฝึกด้วยแรงต้าน และความเร็วที่แตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟเส้นโค้ง แรง และความเร็ว

1.4 การฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง

จากบททฤษฎีการฝึกพลังกล้ามเนื้อจะเห็นได้ว่าการฝึกพลังแต่เดิมนิยมฝึกด้วยการออกแรงต่อเนื่องกันหรือวิธีฝึกแบบประเพณีนิยม ผู้วิจัยพิจารณาว่าการใช้พลังกีฬาประเภทเกมหลายๆ ประเภท เช่น การกระโดดรับลูกวอลเลย์บอล การโยนลูกบาสเกตบอล หรือ การเตะลูกฟุตบอล จะพบว่าไม่ได้มีการออกแรงกันอย่างต่อเนื่อง การฝึกแบบประเพณีนิยมจึงอาจจะไม่ตรงตามหลักการด้านความเฉพาะเจาะจง จึงได้ค้นหาวิธีการฝึกในรูปแบบที่คล้ายคลึงกับการออกแรงแบบไม่ต่อเนื่องกัน พบว่า มีการคิดค้นรูปแบบการฝึกที่มีการพักระหว่างการออกแรงสั้นๆในแต่ละเซท โดยมีชื่อเรียก

แตกต่างกัน เช่น Cluster training หรือ Rest-pause ผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานว่าจะสามารถนำมาพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในนักกีฬากลุ่มที่ไม่ได้ใช้พลังแบบประเพณีนิยมได้ดี

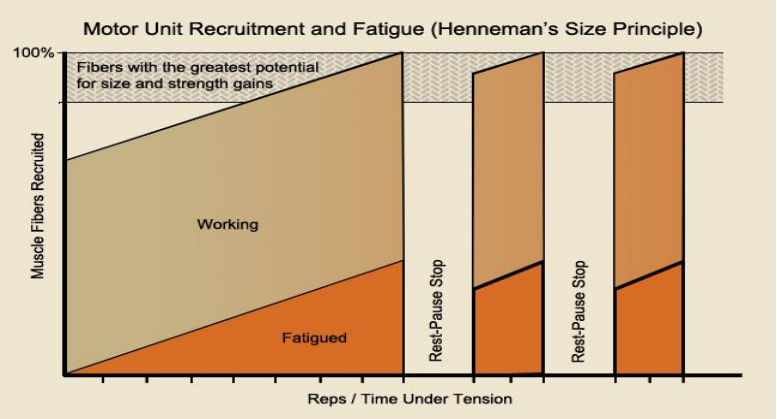
Stoppani (2006) ได้กล่าวถึงการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง ว่า เป็นการฝึกที่มีจุดประสงค์หลัก เพื่อเพิ่มจำนวนครั้งการฝึกโดยรวมในแต่ละเซ็ทให้มากกว่าน้ำหนักที่เคยฝึกได้ในแบบออกแรงต่อเนื่อง โดยใช้ข้อได้เปรียบจากคุณสมบัติของกล้ามเนื้อที่สามารถเติมพลังงานชนิดฟอสโฟครีเอทีน (Phosphocreatine) กลับได้อย่างรวดเร็ว เมื่อสามารถฝึกด้วยจำนวนครั้งที่มากขึ้นก็จะเกิดการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาได้มากด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปจะใช้น้ำหนักที่สามารถทำการฝึกได้ 3-5 ครั้ง นอกจากนี้ สต็อปปานียังแนะนำให้ พักระหว่างการออกแรงประมาณ 15-20 วินาที สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sahlin and Ren (1989) ที่ได้ทดลองหาเวลาในการเรียกคืนพลังในการหดตัวสูงสุดในท่าเตะขา (Knee extension) ในกลุ่มผู้ชายสุขภาพดี อายุเฉลี่ย 29 ปี พบว่าหลังจากออกแรงจนค่าพลังในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อจะสามารถสร้างพลังกลับมาได้อย่างรวดเร็วในช่วง 15 วินาทีแรก จากนั้นอัตราการสร้างพลังกลับคืนจะลดลง และพลังในการหดตัวจะเท่ากับตอนก่อนออกแรงที่เวลา 2นาที (ภาพที่ 10)



การฟื้นพลังของแรงกล้ามเนื้อหลังจากทำการฝึกจนกระทั่งแรงกล้ามเนื้อลดลงไปที่ 50% ของความพยายามสูงสุดในการสร้างแรง (Maximal voluntary contraction) จะเป็นไปอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 15 วินาที หลังจากนั้นอัตราการฟื้นพลังจะลดลง

ภาพที่ 10 เวลาในการเติมกลับของพลังกล้ามเนื้อขา (Sahlin & Ren, 1989)

นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมมาผสมผสานกับ วิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง เพื่อเพิ่มการกระตุ้นการพัฒนากล้ามเนื้อให้ได้มากขึ้น โดยอาศัยหลักการด้านขนาดของ เฮนแมน (Haneman's size principle) ที่ว่า ร่างกายจะสงวนการระดมหน่วยยนต์ในเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่และหดตัวเร็วไว้ทีหลังสุด (Henneman, Somjen, & Carpenter, 1965) โดยจะเริ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมไปจนเกิดความล้า และไม่สามารถฝึกต่อได้ จากนั้นจะนำวิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมาฝึกต่อ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 วิธีการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมมาผสมผสานกับวิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง (Waldron, 2014)

1.5 ระบบพลังงานที่ใช้

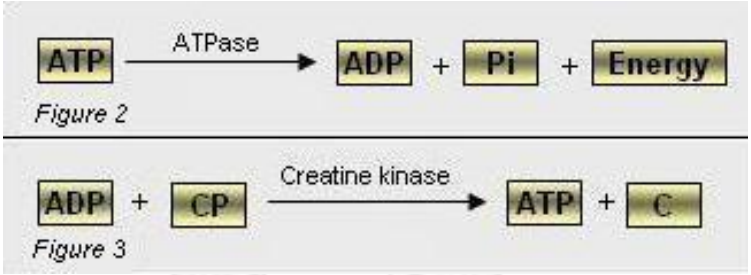
Baechle and Earle (2000) กล่าวถึงระบบพลังงานในมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen)

ระบบนี้เป็นระบบพลังงานระยะสั้นความหนักสูง เช่นการยกน้ำหนัก การวิ่ง และพร้อมใช้งานในการเริ่มต้นการออกกำลังกายทุกประเภท โดยระบบพลังงานนี้จะขึ้นอยู่กับปฏิกริยาทางเคมี ของฟอสฟาเจนสองชนิด ได้แก่

1.1 เอทีพี (ATP) โดยเอทีพีจะทำปฏิกริยาไฮโดรไลสิส (Hydrolysis) ผ่านเอนไซม์ไมโอซินเอทีพีเอส (Myosin ATPase) เพื่อเปลี่ยนรูปเป็นเอดีพี (ADP) และอินออแกนิกฟอสเฟต (Pi) เพื่อให้ได้พลังงานออกมา

1.2 ครีเอทีนฟอสเฟส (Creatine phosphate) ซึ่งจะรวมกับเอดีพีที่เกิดจากกระบวนการก่อนหน้าผ่านเอนไซม์ครีเอทีนไคเนส (Creatine kinase) เพื่อสังเคราะห์เอทีพีจากครีเอทีนฟอสเฟส และเอดีพี ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ระบบพลังงานฟอสฟาเจน (Melillo, 2010-2011)

ระบบพลังงานนี้ถึงจะให้พลังงานได้มาก แต่ก็มีข้อจำกัด เพราะว่าเอทีพี และครีเอทีนฟอสเฟสสามารถจุในเซลล์กล้ามเนื้อได้เพียงเล็กน้อยระบบพลังงานนี้จึงไม่เพียงพอต่อกิจกรรมประเภทต่อเนื่องในระยะเวลานาน

2. ระบบไกลโคไลสิส (Glycolysis)

ระบบพลังงานไกลโคไลสิสเกิดจากการสลายของคาร์โบไฮเดรตไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อ หรือ กลูโคส (Glucose) ในกระแสเลือด เพื่อสร้างเอทีพี ที่เกิดจากระบบพลังงานฟอสฟาเจนดังที่อธิบายก่อนหน้าที่ กระบวนการไกลโคไลสิสใช้เอนไซม์หลายตัวในการสร้างปฏิกิริยาทางเคมี สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1 ระบบไกลโคไลสิสแบบเร็ว (Fast Glycolysis)

เกิดจากการแปลงกรดแลคติค (Lactic Acid) เพื่อสร้างเอทีพีในอัตราที่เร็วเมื่อเปรียบเทียบกับระบบไกลโคไลสิสแบบช้า (Slow Glycolysis) ในขณะที่ ไพรูเวท (Pyruvate) ถูกส่งผ่านไมโตรคอนเดรีย (Mitochondria) เพื่อใช้ในระบบพลังงานแบบออกซิเดทีฟ (Oxidative) ระบบพลังงานไกลโคไลสิสแบบเร็วอาจเรียกอีกชื่อหนึ่งได้ว่า ระบบไกลโคไลสิสแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Glycolysis)

2.2 ระบบไกลโคไลสิสแบบช้า (Slow Glycolysis)

ถ้าออกซิเจนสามารถจ่ายให้ไมโตรคอนเดรียได้ในปริมาณเพียงพอ ไพรูเวทจะไม่ถูกแปลงเป็นกรดแลคติค แต่จะถูกส่งผ่านไมโตคอนเดรียและถูกแปลงเป็น อะเซทิล โคเอ (Acetyl CoA) ซึ่งสามารถเข้าสู่กระบวนการเคร็บ (Krebs Cycle) เพื่อสร้างเอทีพี

3. ระบบออกซิเดทีฟ (Oxidative)

ระบบพลังงานออกซิเดทีฟเป็นแหล่งพลังงานพื้นฐานของเอทีพี ในขณะพักและในกิจกรรมความเข้มข้นต่ำ โดยใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นวัตถุดิบ ยังไม่พบว่ามีการนำโปรตีนมาใช้ในการเผาผลาญ นอกจากการอดอาหาร และการออกกำลังกายที่ใช้เวลามาก (มากกว่า 90 นาที) พลังงานประมาณ 70 % ของเอทีพีที่ถูกเปลี่ยนมาจากไขมัน และ 30 % มาจากคาร์โบไฮเดรต

โดยสามารถสรุปเป็นตารางดังนี้ (ตารางที่ 1)

ความสัมพันธ์ของระยะเวลาของกิจกรรมกับระบบพลังงานที่ใช้ในร่างกาย		
ระยะเวลา	**ความหนักของกิจกรรม**	**ระบบพลังงาน**
0 วินาที ถึง 6 วินาที	หนักที่สุด	ฟอสฟาเจน
6 วินาที ถึง 30 วินาที	หนักมาก	ฟอสฟาเจน และ ไกลโคไลสิสแบบเร็ว
30 วินาที ถึง 2 นาที	หนัก	ไกลโคไลสิสแบบเร็ว
2 นาที ถึง 3 นาที	หนักปานกลาง	ไกลโคไลสิสแบบช้า และ อ็อกซิเดทีฟ
3 นาที	เบา	อ็อกซิเดทีฟ

ตารางที่ 1 ระยะเวลาของกิจกรรมกับระบบพลังงาน (Baechle & Earle, 2000)

จากการทำการทดลองก่อนการทำวิจัย (Pilot study) เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2556 พบว่ากลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม ทำการทดลองฝึกท่าสควอท เซทละ 5 ครั้ง ใช้เวลาในการฝึกเฉลี่ยเซทละ 2.8 วินาที ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าจะใช้ระบบพลังงานฟอสฟาเจนเป็นหลัก และในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง ใช้เวลาในการฝึกเฉลี่ยเซทละ 1นาที 4 วินาที โดยงานวิจัยของ Byrd, Centry, and Boatwright (1988) พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง มีงานโดยรวมมากกว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงยังมีการพัฒนาของระบบหลอดเลือดหัวใจที่ดีกว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม ผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่าอาจจะมีการใช้งานของระบบพลังงานแบบฟอสฟาเจน และระบบไกลโคไลสิสแบบเร็วร่วมกัน

ในการฝึกด้วยระบบพลังงานแบบฟอสฟาเจน สิ่งที่เกิดขึ้นคือการหมดไปของฟอสโฟครีเอทีน (PCr Depletion) ซึ่งเวลาในการหมดไปจะแปรผันตรงกับความหนักของการออกกำลังกาย Kenney et al. (2012) กล่าวถึงการหมดไปของฟอสโฟครีเอทีนว่าเป็นวิธีการรักษาระดับของเอทีพีในกล้ามเนื้อโดยนักกีฬาที่ต้องการชลอความเมื่อยล้าในการแข่งขันจะควบคุมอัตราการใช้ฟอสโฟครีเอทีน และ

เอทีพีไม่ให้หมดก่อนกำหนด เช่นนักกีฬาที่ออกวิ่งอย่างรวดเร็วในการแข่งขันวิ่งมาราธอน ฟอสโฟครีเอทีน และเอทีพีจะลดอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า และไม่สามารถวิ่งด้วยความเร็วที่ต้องการในตอนท้ายๆการแข่งขัน ในทางเดียวกันการฝึกด้วยระบบพลังงานแบบไกลโคไลสิสจะพบการหมดไปของไกลโคเจน (Glycogen depletion) ซึ่งจะเกิดเมื่อเอทีพีลดลง โดยปริมาณไกลโคเจนที่สำรองไว้จะถูกใช้หมดอย่างรวดเร็วเนื่องมีปริมาณจำกัด สิ่งที่จะเกิดตามมาคือความเมื่อยล้า โดยเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด และกลุ่มกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่มจะมีอัตราการหมดไปของไกลโคเจนแตกต่างกัน

1.6 กลไกการปรับตัวของร่างกายหลังการฝึก และ การออกแบบโปรแกรมการฝึก

กลไกการปรับตัวของร่างกายหลังการฝึกการฝึกด้วยแรงต้านจะใช้ประโยชน์จากแรงที่กล้ามเนื้อสร้างรับกับแรงต้านที่ใช้ฝึกไปกระตุ้นระบบต่างๆในร่างกายเพื่อให้เกิดการปรับตัวสร้างความสามารถด้านต่างๆเพิ่มขึ้นจากเดิม ดังนี้

การเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ (Hypertrophy)

เมื่อกล้ามเนื้อทำการฝึกมาระยะเวลาหนึ่งจะมีการปรับตัวให้เซลกล้ามเนื้อมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น โดยเมื่อมีการสอดประสาน (Cross bridge) ในเส้นใยกล้ามเนื้อด้วยความตึงสูง จะพบว่ามีรอยฉีกขาดในเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมด้วยการนำโปรตีนมาเป็นวัตถุดิบในการซ่อมแซมเส้นใยกล้ามเนื้อ

การเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hyperplasia)

การเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกยังคงเป็นข้อถกเถียงอยู่จนถึงปัจจุบันนี้ยังคงยอมรับทฤษฎีที่ว่าจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อยังคงมีเท่าเดิมจะเปลี่ยนแปลงแค่ขนาดของกล้ามเนื้อเท่านั้นโดยมีรายงานว่าการทดลองในสัตว์ทดลองแล้วพบว่าสามารถเพิ่มจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อได้จริง

การเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาท (Neurological change)

ผู้ที่ไม่เคยฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมาก่อนเมื่อทำการฝึกจะไม่ระดมหน่วยยนต์ (Motor units) ออกมาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ การฝึกฝนอย่างเป็นประจำจะช่วยเพิ่มความสามารถในการระดมหน่วยยนต์ออกมาได้มากขึ้น ส่งผลให้มีแรงเพิ่มขึ้น

การเพิ่มความแข็งแรง

Whyte (2006) ได้กล่าวถึงปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือ 1. การเพิ่มขององค์ประกอบทางประสาทที่เกี่ยวกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ 2. การเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ

การตอบสนองของต่อมไร้ท่อ (Endocrine responses)

การตอบสนองทางต่อมไร้ท่อเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการเปลี่ยนแปลงทางระบบประสาทที่เกิดขึ้นก่อน ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนที่ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน เช่น เทสโทสเตอโรน (Testosterone) โกรธฮอร์โมน (Growth hormone) ไอจีเอฟวัน (IGF-1) ฯลฯ ส่งผลให้เกิดการขยายขนาดของกล้ามเนื้อโดย โปรแกรมการฝึกที่เหมาะสมจะสามารถส่งผลให้เกิดการปรับตัวของร่างกายไปในทางที่แตกต่างกัน ซึ่งยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน ซึ่งการทบทวนวรรณกรรมทำให้สามารถทราบแนวทางของกลไกลการปรับตัวของกล้ามเนื้อ

การเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ

จากที่กล่าวมาข้างต้นว่าพลังกล้ามเนื้อสามารถเขียนอธิบายด้วยกราฟเส้นโค้งแรงและความเร็ว และรูปร่างของกราฟจะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะการฝึก โดย (Komi, 1992) ได้กล่าวถึงปัจจัยในการเปลี่ยนรูปร่างของเส้นโค้งแรง และความเร็วไว้ดังนี้

1. ปัจจัยจัยด้านการเพิ่มความแรงของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย

1.1 การขยายขนาดของกล้ามเนื้อ

แรงในกล้ามเนื้อจะสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ โดยผู้ชายจะมีอัตราการขยายของกล้ามเนื้อมากกว่าผู้หญิง เนื่องจากมีการสร้างฮอร์โมนที่ช่วยส่งเสริมการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อที่มากกว่า โดยการขยายขนาดของกล้ามเนื้อจะถูกกระตุ้นด้วยการเจริญเติบโต หรือการออกกำลังกาย

1.2 เซลล์เซทแทลไลท์ (Satellite cell)

1.3 ความยาวของซาโครเมียร์

2. ปัจจัยด้านความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย

2.1 การปรับความยาวของซาโครเมียร์

2.2 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

2.3 ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ

2.4 การทำงานร่วมกันของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kenney, Wilmore, and Costill (2012) ได้กล่าวถึงการปวดกล้ามเนื้อจากการการออกกำลังกาย ว่ามี 2 ประเภท ได้แก่

1. อาการปวดกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกาย (Acute Muscle Soreness)

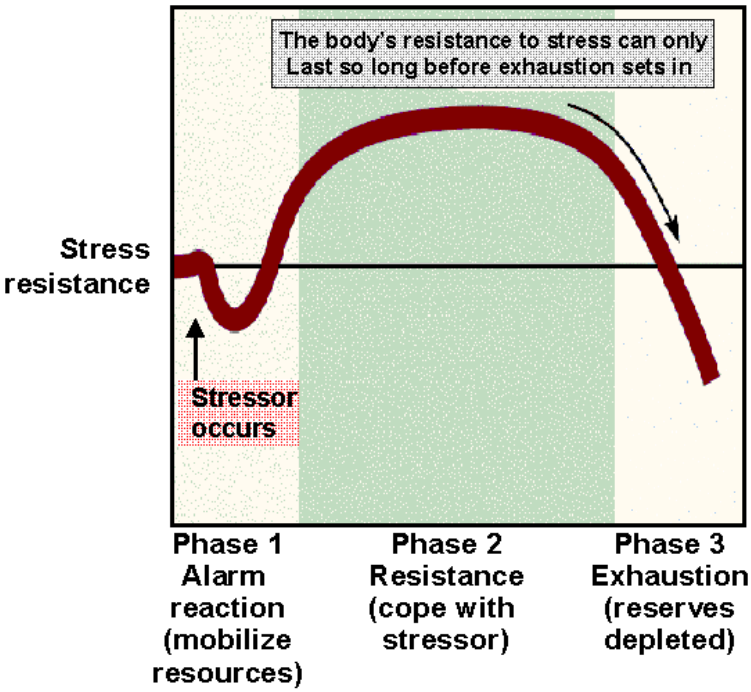
กล้ามเนื้อจะมีการเจ็บปวดเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย ซึ่งเกิดจากผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากการออกกำลังกาย เช่น ไฮโดรเจนไอออน (H+) และจากอาการกล้ามเนื้อบวมน้ำจากการที่ของเหลวจากพลาสม่าในเลือด (Blood plasma) เคลื่อนเข้าสู่เนื้อเยื่อ อาการเจ็บปวดประเภทนี้จะเกิดขึ้น และหายไปภายในระยะเวลาตั้งแต่ไม่กี่นาทีถึงหลายชั่วโมง หลังการออกกำลังกาย

2. กล้ามเนื้อปวดกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกาย (Delayed Onset Muscle Sorenes)

อาการที่กล้ามเนื้อปวดไปทั้งวัน หรือสองวันหลังจากการออกกำลังกาย ยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างแน่ชัด โดยนักวิจัยยังคงทำการค้นคว้าอย่างต่อเนื่องเพื่อเข้าใจถึงปรากฏการณ์นี้ โดยจากการศึกษาจะพบว่าผู้ที่ทำการฝึกกล้ามเนื้อด้วยการทำงานแบบยืดตัวออก (Eccentric) แบบหดตัวสั้น (Concentric) และแบบเกร็งกล้ามเนื้อ (Static) เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่ทำการฝึกกล้ามเนื้อด้วยการทำงานแบบยืดตัวออกเพียงอย่างเดียวพบว่าผู้ที่ฝึกกล้ามเนื้อด้วยการทำงานแบบยืดตัวออกเพียงอย่างเดียว เกิดความเมื่อยล้าในกล้ามเนื้ออย่างมาก ขณะที่ผู้ที่ผู้ที่ทำการฝึกกล้ามเนื้ออีกกลุ่มมีความเมื่อยล้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ต่อมามีการศึกษาเรื่องการวิ่งลงเขาซึ่งใช้การทำงานของกล้ามเนื้อแบบยืดตัวออกมากกว่าการวิ่งบนพื้นระดับ ก็พบว่าการวิ่งลงเขามีความเมื่อยล้าเกิดขึ้นมากกว่าด้วยเช่นกัน

การออกแบบโปรแกรมการฝึกเพื่อความเป็นเลิศนั้นจำเป็นต้องจัดการกับความปวดเมื่อยความเครียดทางระบบประสาท ที่จะส่งผลให้เกิดการล้าเกินกำลังในการฝึก หรือ (Over training) ในปี 1936 Selye นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญด้านต่อมไร้ท่อ ได้สร้างทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในชื่อ ทฤษฎี General adaptation syndrome โดยได้อธิบายเกี่ยวกับการปรับตัวทางระบบประสาทว่า เมื่อมีการกระตุ้นให้เกิดความเครียดไม่ว่าจะทางร่างกายหรือทางจิตใจ สภาวะของร่างกายจะเสียสมดุลประสิทธิภาพไปในทางติดลบ จะมีการส่งสัญญาณความเครียด (Alarm reaction) เพื่อให้ร่างกายจะปรับตัวเพื่อรับมือกับความเครียด โดยสร้างการต้านทาน (Resistance) ขึ้นมาเพื่อให้ร่างกายปรับตัวสู้กับความเครียด ส่งผลให้ร่างกายอยู่ในจุดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าระดับเดิม และสุดท้ายเมื่อร่างกายไม่สามารถปรับตัวได้อีกจะเข้าสู่สภาวะเหนื่อยล้า (Exhaustion)

(ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ทฤษฎี general adaptation syndrome

ต่อมาในปี 1940 นักวิทยาศาสตร์ของสหภาพโซเวียต (รัสเซียในปัจจุบัน) ค้นพบว่าประสิทธิภาพนักกีฬาถ้าฝึกโดยมีการปรับเปลี่ยนความเครียดในการฝึกตลอดปี จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากกว่าการฝึกแบบความเครียดเท่าเดิม ต่อมาในช่วงปี 1960 สหภาพโซเวียตได้มีกลุ่มนักวิชาการนำโดย Matveyev ได้สร้างทฤษฎีการวางแผนโปรแกรมฝึกรายปี (Periodization) ซึ่งได้ถูกอ้างอิงกันหลายทศวรรษ เนื่องจากนักกีฬาจากสหภาพโซเวียตประสบความสำเร็จอย่างมากในโดยการเป็นเจ้าเหรียญทองในยุคนั้น ทั้งๆที่เป็นประเทศปิดที่ไม่ติดต่อกับภายนอกโค้ชกีฬาทั่วโลกจึงเริ่มตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการแผนการแข่งขันล่วงหน้าระดับรายปี ต่อมา Bompa นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้เรียบเรียงทฤษฎีการวางแผนโปรแกรมฝึกแบบรายปีในรูปแบบของเขาเอง และประสบความสำเร็จอย่างมาก โดยหลักการออกแบบโปรแกรมฝึกแบบรายปี ของ Bompa (1999) มีดังนี้

ช่วงเตรียมตัว (Preparatory)

เป็นการฝึกเพื่อการปรับตัวของร่างกายหรือ (Anatomical Adaptation) มักจะเป็นการฝึกความแข็งแรงแบบเบาและจะฝึกกล้ามเนื้อหลายๆกลุ่ม ไม่เน้นที่แขนหรือขาเพียงอย่างเดียว แต่จะเน้นการฝึกแกนกลางลำตัว เนื่องจากกล้ามเนื้อแกนกลางจะช่วยสนับสนุนการทำงานของแขน ขาในทุกการเคลื่อนไหว และยังทำหน้าที่ดูดซับแรงกระแทกในการออกกำลังกายหลายๆท่า โดยเฉพาะการลงสู่พื้น ระยะเวลาในการฝึกช่วงนี้จะขึ้นอยู่กับพื้นฐานด้านพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬา นักกีฬาที่ประสบการณ์น้อยจะต้องฝึกช่วงนี้ยาวนานกว่านักกีฬาประสบการณ์มาก

ช่วงฝึกความแข็งแรงสูงสุด (Maximun strength)

จุดประสงค์เพื่อสร้างความแข็งแรงให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ ในกีฬาแทบจะทุกชนิดจะต้องการ พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ หรือทั้งสองอย่าง ซึ่งทั้งสองทักษะนี้ จะได้รับผลกระทบจาก ความแข็งแรงสูงสุด ระยะเวลาของช่วงนี้จะขึ้นกับชนิดกีฬาว่าต้องการพลังสูงสุดมากขนาดไหน เช่นนักกีฬาทุ่มน้ำหนักต้องการเวลาฝึกช่วงนี้ 15 สัปดาห์ แต่นักฟุตบอลอาจฝึกเพียงแ ค่ 6-9สัปดาห์ เป็นต้น

ช่วงการเปลี่ยนแปลง (Conversion)

จุดประสงค์เพื่อแปลงความความแข็งแรงสูงสุดที่สร้างมาไปสู่ความสามารถเฉพาะด้านทางกีฬา หรือ (Specific Ability) โดยทำการฝึกเลียนท่าทางของกีฬานั้น เช่น ให้นักกีฬาบาสเก็ตบอลให้ฝึกกระโดดบล็อกสูงต่อเนื่องเพื่อแปลงจากความแข็งแรงสูงสุดเป็นความสามารถในการใช้พลังแบบอดทน (Power endurance) หรือฝึกท่ากระโดดต้านการเคลื่อนไหว (Counter movement jump) ในนักฟุตบอลเพื่อเพิ่มพลังการกระโดดลอยตัวโหม่งลูกฟุตบอล (Takeoff power) เป็นต้น

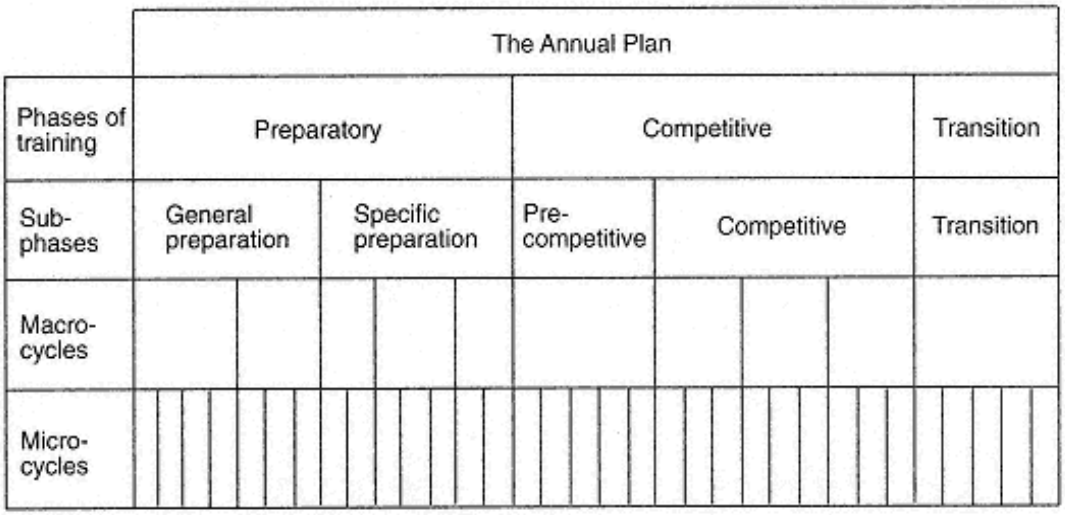
ช่วงการรักษาสภาพ (Maintenance)

ในช่วงฤดูการแข่งขัน (In season) การฝึกส่วนใหญ่มักจะลดการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเพิ่มการฝึกทักษะทางการกีฬา แต่ถ้าไม่มีการฝึกเลยนักกีฬาจะประสบความแข็งแรงลดลงตามหลักการด้านความสามารถถดถอย ดังนั้นการฝึกความแข็งแรงยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นในช่วงการรักษาสภาพ โดยลดปริมาณการฝึกลง โดยจะฝึกไม่เกิน 2 ถึง 4 ท่าฝึกต่อวัน (ขึ้นอยู่กับระดับความแข็งแรง และความจำเป็นของ strength ต่อทักษะในกีฬานั้นๆ) โดยโค้ชจะใช้ท่าฝึกที่มีประสิทธิภาพต่อกีฬานั้นมากที่สุด โปรแกรมการฝึกควรจะสั้น (30-60 นาที) และควรหยุดการฝึกก่อนการแข่งขัน 5 ถึง 7 วัน เพื่อสำรองพลังงานไว้ใช้ในการแข่งขัน

ช่วงลดการฝึก (Transition Phase)

เราอาจเรียกว่า (Off-season) จุดประสงค์ของเฟสนี้ทำเพื่อขจัดความเหนื่อยล้าจากการฝึกตลอดปี เติมพลังงานกลับคืนสู่ระบบพลังงานโดยการลดการฝึก โดยเฉพาะ intensity และช่วยให้นักกีฬาได้พักผ่อนทางระบบประสาทและอารมณ์โดยจะเพิ่มกิจกรรมนันทนาการที่นักกีฬาชอบเข้ามาในนักกีฬามืออาชีพช่วงเวลานี้จะไม่เกิน 4 ถึง 6สัปดาห์ ไม่เช่นนั้นสมรรถนะทางกีฬาจะถดถอยและยากในการสร้างกลับมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

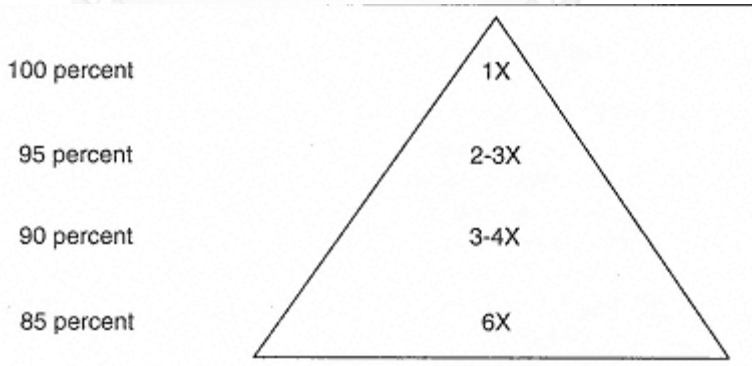


ภาพที่ 14 แผนตารางฝึกแบบรายปี (Bompa, 1999)

นอกจากนี้ Bompa (1999) ยังกล่าวถึงรูปแบบการปรับเปลี่ยนความหนักต่อ 1 ท่าฝึก ดังนี้

1. แบบพีระมิด (Pyramid Pattern)

อาจเริ่มจากฐานเข้าสู่ยอด หรือเริ่มจากยอดไปหาฐานก็ได้แต่จะเรียกว่าปีรามิดหัวกลับ (Inverse Pyramid) เป็นรูปแบบเป็นรูปแบบที่นิยมมากที่สุด ทำโดยการเพิ่มความหนักไปเรื่อยๆจนถึงจุดสูงสุด ข้อได้เปรียบของการฝึกวิธีนี้คือการระดมหน่วยยนต์ได้จำนวนมาก

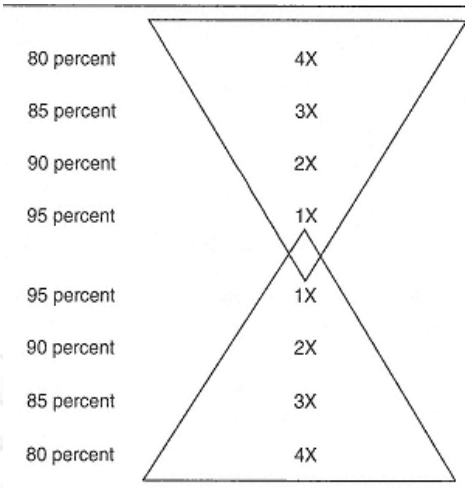


ภาพที่ 15 การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิด

แบบพีระมิดคู่ (Double Pyramid)

ประกอบไปด้วยปีรามิดสองอันเอายอดแหลมชนกัน จำนวนครั้งที่ฝึกจะลดจากฐานไปสู่ยอดและเพิ่มเมื่อเข้าสู่ปีรามิดที่สอง ด้วยสมมุติฐานที่ว่าถ้าความหนักน้อยลง การออกแรงจะทำได้เร็วกว่า แต่ในทางกลับกันระบบประสาทและกล้ามเนื้อก็จะเหนื่อยล้าด้วยปริมาณการฝึกที่มากดังนั้นผลลัพท์ที่

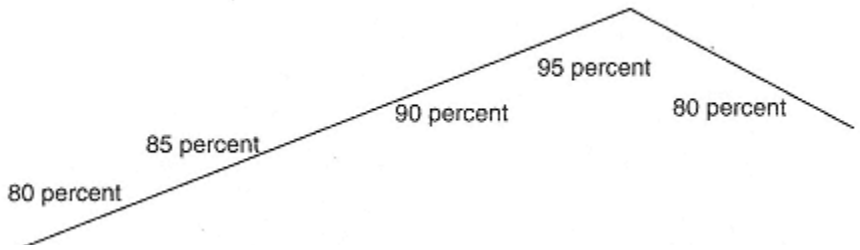
จะได้จากเซ็ทหลังๆจะเป็นการสร้างขนาดของกล้ามเนื้อมากกว่าพลังกล้ามเนื้อ ผู้ที่ต้องการความแข็งแรง และขนาดของกล้ามเนื้อสามารถเลือกใช้วิธีนี้ในการฝึกได้



ภาพที่ 16 การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิดคู่

พีระมิดเบี้ยว (skewed pyramid)

เกิดจากการดัดแปลงจากแนวคิดพีระมิดคู่ โดยความหนักจะเพิ่มอย่างคงที่เว้นแต่ในเซ็ทสุดท้ายจะลดน้ำหนักลงและให้ทำอย่างรวดเร็วที่สุด ด้วยเหตุผลคือ ในการฝึกเซ็ทสุดท้ายนักกีฬาจะมีแรงบันดาลใจในการฝึกด้วยความรวดเร็ว แม้ว่าความเมื่อยล้าจะขัดขวางให้ความเร็วนั้นช้าลงแต่ก็ไม่ทำให้นักกีฬาละความพยายาม

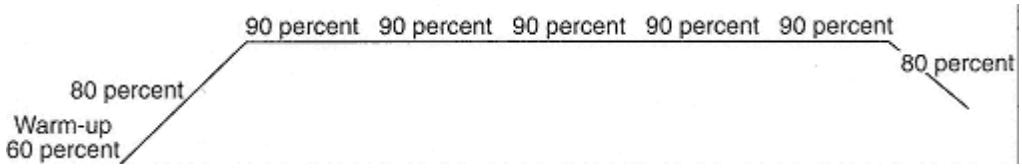


ภาพที่ 17การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิดเบี้ยว

พีระมิดหัวตัด (Flat Pyramid)

Bompa (1999) กล่าวว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการสร้างความแข็งแรงสูงสุด เนื่องจากรูปแบบพีรามิดปกติความหนักจะเปลี่ยนแปลงจาก 70 ถึง100 เปอร์เซ็น โดยผ่านทั้งสามระดับคือ หนักมาก หนักปานกลาง และเบาดังนั้นจะพบว่าในปีรามิดปกติจะได้ผลลัพธ์ทั้งพลังกล้ามเนื้อ และ ความ

แข็งแรงสูงสุด โดยการฝึกในรูปแบบนี้จะเหมาะสมกับเป้าหมายในการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 18 การปรับเปลี่ยนความหนักในรูปแบบพีระมิดหัวตัด

โดยผู้วิจัยนำหลักการการวางแผนตารางฝึกแบบรายปีมาปรับเพื่อใช้ในทดลอง โดยกำหนดช่วงเวลาเตรียมตัวก่อนการฝึก 3 สัปดาห์ และช่วงเวลาทำการฝึก 6 สัปดาห์ (Whyte, 2006) โดยเลือกใช้รูปแบบการปรับเปลี่ยนความหนักแบบพีระมิดหัวตัด คือทำการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกด้วยน้ำหนัก 50 เปอร์เซ็นของความหนักสูงสุด และทำการฝึกด้วยความหนัก 85% ของความหนักสูงสุดก่อนที่จะทำการอบอุ่นร่างการหลังการฝึกด้วยน้ำหนัก 50 เปอร์เซ็นของความหนักสูงสุด โดยเลือกความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อให้ร่างกายมีเวลาฟื้นตัวอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

1.7 การฝึกด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ

การฝึกด้วยน้ำหนักย่อมจะพบปัญหาเรื่องโมเมนตัม โดยเฉพาะการฝึกพลังกล้ามเนื้อ ที่ใช้น้ำหนักในการฝึกมาก และใช้ความเร็วสูง ผลกระทบจากโมเมนตัมนี้เอง ส่งผลเสียหลายประการดังนี้

1. นักกีฬาจะใช้ความพยายามลดลงหลังจากสร้างความเร่งให้แก่ลูกน้ำหนักจนเต็มที่แล้ว (Peltonen, Hakkinen, & Avela, 2013)

2. เกิดการพัฒนาที่ล่าช้าของกล้ามเนื้อกลุ่ม Agonist (Newton, Kraemer, Hakkinen, Humphries, & Murphy, 1996)

3. ผลกระทบด้านแรงกระชากในขณะเริ่มต้น (Dale, 2010) อาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บในนักกีฬาได้

นักวิจัยและโค้ชกีฬาจึงมีการคิดค้นเครื่องมือและวิธีฝึกที่ผลกระทบด้านโมเมนตัมต่ำ เช่น แรงต้านชนิดไฮดรอลิก (Hydraulics) ที่ใช้แรงต้านจากของเหลว และแรงต้านแบบไอโซไคเนติก (Isokinetics) ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งนักกีฬาสามารถออกแรงได้เต็มที่ตลอดช่วงการทำงานของกล้ามเนื้อ แต่มีจุดด้อยที่ความเร่งในการฝึกเท่ากับศูนย์ หรือต้องฝึกด้วยความเร็วคงที่ ซึ่งมักจะไม่พบการเคลื่อนไหว

ประเภทนี้ในการกีฬา ต่อมาได้มีการคิดค้นเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ (Pneumatic Resistance) เนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญของแรงต้านชนิดนี้คือ นักกีฬาสามารถสร้างความเร่งได้อิสระ โดยไม่มีแรงเฉื่อยเข้ามาเกี่ยวข้อง ผลกระทบด้านโมเมนตัมจึงต่ำ ทำให้นักกีฬาสามารถใช้แรงได้เต็มที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (*The Science of Resistance.*)

2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Byrd, Centry, and Boatwright (1988) ได้ศึกษาผลการฝึกด้วยแรงต้านเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ในกลุ่มชาย ไม่มีประสบการณ์การออกกำลังกาย 50 คน ด้วยการพักระหว่างการออกแรงในระยะเวลาต่างๆคือ 1 และ 2 วินาที และกลุ่มที่ไม่มีการพักระหว่างการออกแรง หลังจากการฝึกพบว่านอกจากกลุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงจะมีงานโดยรวม (Overall work output) ที่สูงกว่า ยังมีสมรรถภาพทางหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular) ที่สูงกว่าด้วยเช่นกัน

Costill, Coyle, Fink, Lesmes, and Witzmann (1979) ทำการทดลองเกี่ยวกับผลกระทบจากการฝึกด้วยแรงต้าน กับระบบพลังงานชนิดเอทีพี และฟอสโฟครีเอทีน (ATP-PCr) ในกลุ่มผู้ชายจำนวน 5 คน โดยการทำท่าเตะขาข้างเดียว (one leg knee extension) ด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านแบบไอโซไคเนติก (Isokinetic) โดย ขาข้างหนึ่งจะฝึกด้วยการเตะขาด้วยแรงเต็มที่ครั้งละ 6 วินาที จำนวน 10 ครั้ง (6s) เพื่อกระตุ้นระบบพลังงานชนิดเอทีพี และฟอสโฟครีเอทีน ส่วนขาอีกข้างหนึ่งทำการเตะขาอย่างต่อเนื่อง 30 วินาทีด้วยความพยายามสูงสุด (30s) เพื่อกระตุ้นระบบพลังงานชนิดไกลโคไลสิส หลังจากทำการฝึกเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ทำการวัดผลพบว่าการฝึกทั้งสองรูปแบบให้การพัฒนาแรงกล้ามเนื้อได้ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 14% ความทนทานของกล้ามเนื้อที่วัดด้วยวิธีวิ่งอย่างเต็มที่ 60 วินาที ของขาทั้งสองข้างไม่แตกต่างกัน และจากการเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อมาวิเคราะห์ (Muscle biopsy) พบว่าในกลุ่ม 30s มีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์กลุ่มฟอสฟาเจนได้แก่ ครีเอทีนไคเนส (Creatine kinase) และไมโอไคเนส (Myokinase) อย่างเห็นได้ชัด แต่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่ม 6s ส่วนกลุ่ม 30s มีการเพิ่ม เอนไซม์ในกลุ่มไกลโคไลติก ได้แก่ ฟอสโฟไรเลส (Phosphorylase) พีเอฟเค (PFK) และ แอลดีเอช (LDH) อย่างเห็นได้ชัด แต่มีการเพิ่มเพียงเล็กน้อยในกลุ่ม 6s จากผลจากการทดสอบวิ่งเต็มที่ 60 วินาที แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยวิธีการวิ่งอย่างเต็มที่ในระยะเวลาสั้นๆ ไม่สามารถเพิ่มความทนทานทางอนากาศนิยม (Anaerobic endurance) ได้ งานวิจัยชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยการออกตัววิ่งอย่างเต็มที่ 6 วินาที สามารถพัฒนาแรงกล้ามเนื้อได้มาก แต่พัฒนาการใช้พลังงานชนิดเอทีพี และฟอสโฟครีเอทีนได้น้อย

Fielding et al. (2002) ได้ทดลองฝึกด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านประเภทนิวแมติกท่าถีบขา และ ท่าเหยียดเข่า (Pneumatic Leg Press, Pneumatic Leg Extension) ในกลุ่มผู้หญิงสูงอายุมีอายุเฉลี่ย 73 ปี โดยเปรียบเทียบกันสองกลุ่ม คือกลุ่มออกแรงช้า และกลุ่มออกแรงด้วยความเร็วสูง พบว่าการฝึกด้วยเครื่องมือชนิดนี้สามารถสร้างพลังได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่ออกแรงด้วยความเร็วสูง

Frost et al. (2008) ได้ทดลองในชายอายุเฉลี่ย 25 ปี มีประสบการณ์การออกกำลังกายอย่างน้อย 12 เดือน วิเคราะห์การฝึกพลังระเบิดในท่าเบนช์เพรส (Bench press) 3 รูปแบบ คือ 1. น้ำหนักอิสระ (Free Weight) 2.ออกแรงแบบกระแทก (Ballistic) 3.แรงต้านประเภทแรงดันอากาศ (Pneumatic) พบว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านประเภทแรงดันอากาศมีความเร็วเฉลี่ย และความเร็วสูงสุดของบาร์เบลมากกว่ากลุ่มใช้แรงต้านจากน้ำหนักแบบอิสระ และกลุ่มออกแรงแบบกระแทก โดยในช่วง 60-90% ของ 1RM จะพบว่ากลุ่มแรงดันอากาศมีพลังสูงสุดมากที่สุด

Hansen, Cronin, Pickerling, and Newton (2011) ทำการทดลองในกลุ่มนักรักบี้ระดับสูง เปรียบเทียบการฝึกพลังกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงสูงสุด ด้วยวิธีการฝึกแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง และ แบบประเพณีนิยม ในโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อร่างกายส่วนล่างในท่า ฟร้อนท์สควอท (Front Squat) คลีนพูล (Clean Pull) สควอท (Squat) บ็อกซ์สควอท (Box Squat) และเพาเวอร์คลีน (Power Clean) เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าการฝึกแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงจะเพิ่มความแข็งแรงสูงสุดได้ด้อยกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม และในทางกลับกันการฝึกแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง สามารถเพิ่มพลังสูงสุดได้มากกว่าแบบประเพณีนิยม ผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่าการฝึกแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง เหมาะจะใช้ในการฝึกพลังกล้ามเนื้อ ส่วนการฝึกแบบประเพณีนิยมเหมาะจะใช้ในการฝึกแรงสูงสุด

Hardee et al. (2012) ค้นพบว่าการออกแรงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อค่าอัตรารับรู้ความเมื่อยล้า (Henneman et al.) ในท่า Power clean จำนวน6ครั้ง ดังนี้ กลุ่มออกแรงต่อเนื่อง มีค่าอัตรารับรู้ความเมื่อยล้าเฉลี่ย 7.43,กลุ่มพักระหว่างการออกแรง 20 วินาที มีค่าอัตรารับรู้ความเมื่อยล้า เฉลี่ย 6.46,กลุ่มพักระหว่างการออกแรง40 วินาที มีค่าอัตรารับรู้ความเมื่อยล้า เฉลี่ย 5.30 จะเห็นว่าการฝึกด้วยวิธีการฝึกแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงมีความเมื่อยล้าลดลงเมื่อเทียบกับการฝึกแบบประเพณีนิยม

Hardee et al. (2013) ได้ทำการทดลองในผู้ชายที่มีประสบการณ์ยกน้ำหนักระดับนันทนาการโดยตรวจวัดพลังสูงสุด,แรงสูงสุด และความเร็วสูงสุด ในการทำท่าพาวเวอร์คลีน (Power clean)จำนวน 6 ครั้งโดยมีเวลาพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้ง แตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม โดยแบ่งผู้รับการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1.กลุ่มประเพณีนิยม (Traditional) 2.กลุ่มพัก 20 วินาที

ระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง (Cluster with 20s IRR) 3.กลุ่มพัก 40 วินาทีระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง (Cluster with 40s IRR) พบว่าในกลุ่มประเพณีนิยม มีค่าพลังสูงสุด ลดลงถึง 14.94% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการออกแรงครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง พบว่าพลังในการออกแรงยกตกลงมาน้อยกว่า คือลดลงมา 5.76% และ 4.08 % ในกลุ่มพัก 20 และ 40 วินาที ตามลำดับ โดยฮาร์ดี้และคณะให้ความเห็นว่ารูปแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้ง นั้นสามารถสร้างพลังขาออก ได้มากกว่าเนื่องจากสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนใหม่ ซึ่งฟอสโฟครีเอทีนนี้เองเป็นระบบพลังงานที่ใช้ในการออกแรงยกน้ำหนัก

(Hamid, Bagheri, & Kashkuli, 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มของจำนวนครั้ง (Repetition) โดยรวมใน 4 เซทการฝึก ในการฝึกแบบประเพณีนิยม และการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรง 2 วินาที และ 4 วินาที ตามลำดับ ในท่าเบนช์เพรส (Bench press) และท่าเลกเพรส (Leg press) ด้วยความหนัก 75% ของความแข็งแรงสูงสุด โดยให้ฝึกจนเกิดความเมื่อยล้ามากจนไม่สามารถทำการฝึกได้ต่อ พบว่ากลุ่มที่ฝึกต่อเนื่องกันสามารถสร้างจำนวนครั้งได้มากกว่ากลุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือการฝึกแบบประเพณีนิยมมีอัตราความเมื่อยล้าเกิดขึ้นช้ากว่าการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรง

Lawton, Cronin, Drinkwater, Lindsell, and Pyne (2004) ได้ทำการทดลองในนักกีฬาบาสเก็ตบอลและฟุตบอลจำนวน 26 คน ในท่าเบนช์เพรส (Bench presses) ด้วยน้ำหนักที่ออกแรงยกได้ 6 ครั้ง (6 RM) ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยทำการแบ่งผู้ทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม 1.กลุ่มพักระหว่างการออกแรง 1 ครั้ง 20 วินาที (6x1 :20s) 2.กลุ่มพักระหว่างการออกแรง 2 ครั้ง 50วินาที(3x2 :50s) 3.กลุ่มพักระหว่างการออกแรง 3 ครั้ง 100วินาที (2x3 :100s) พบว่าทั้งสามกลุ่มมีการพัฒนาพลังที่ดีขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Moir et al. (2011) ทดลองวัดประสิทธิ์ภาพในการกระโดดต้านการเคลื่อนไหวหลังจากการฝึกท่าสควอทน้ำหนักมาก และ น้ำหนักน้อย โดยแบ่งผู้ทดลองเป็นสองกลุ่ม 1.กลุ่มฝึกน้ำหนักมาก ใช้น้ำหนักที่ 90% ของความหนักสูงสุด ฝึกจำนวน 3 ครั้ง 2.กลุ่มฝึกน้ำหนักน้อยใช้น้ำหนักที่ 37% ของความหนักสูงสุด ฝึกจำนวน 12 ครั้ง งานวิจัยชิ้นนี้ไม่ได้ศึกษาด้านมุมในการสควอทโดยตรง แต่ผลลัพท์จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า หลังจากควอทหนักผู้วิจัยจะมีมุมของหัวเข่าในการกระโดดการกระโดดต้านการเคลื่อนไหวเฉลี่ยที่ 93 องศา โดยผู้วิจัยอภิปรายว่าเป็นมุมที่สร้างการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพหลังการกระตุ้น (Post-Activation Potentiation, PAP) ได้ดีที่สุด

Peltonen et al. (2013) ได้ทดลองการฝึก 3รูปแบบคือ 1.ฝึกพลังสูงสุด 2.ฝึกแรงสูงสุด 3. ฝึกเพื่อเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ ในเครื่องมือเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศในท่าเหยียดเข่า (Pneumatic knee extension) เปรียบเทียบกับเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยน้ำหนักท่าเหยียดเข่า

(Weight stack knee extension) เมื่อทำการวิเคราะห์ผลลัพท์ที่ได้พบว่าเครื่องมือทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันดังนี้ เครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยน้ำหนัก สามารถสร้างความเมื่อยล้าในกลุ่มกล้ามเนื้อที่ฝึกได้ดี ส่วนเครื่องมือสร้างแรงต้านประเภทแรงดันอากาศ สามารถสร้างความเร็วเชิงมุมได้สูง

Rooney, Herbert, and Balnave (1994) ทดลองฝึกท่า elbow flexor ด้วยน้ำหนัก 6RM จำนวน 6-10 เซท ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ในกลุ่มชายและหญิงสุขภาพแข็งแรง แบ่งออกเป็น3กลุ่ม 1.กลุ่มพักระหว่างการออกกแรง 30วินาที 2.กลุ่มออกแรงต่อเนื่อง 3.กลุ่มควบคุม (ไม่ฝึก) หลังจากผ่านการฝึกเป็นเวลา6สัปดาห์ พบว่า กลุ่มออกแรงต่อเนื่องมีความแข็งแรงกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic strength) ที่เหนือกว่ากลุ่มพักระหว่างการออกแรง ส่วนผลการพัฒนาพลังไม่ได้มีการทดลองในงานวิจัยชิ้นนี้

Sahlin and Ren (1989) ได้ทดลองหาการเวลาในการเรียกคืนพลังในการหดตัวสูงสุดในท่าเหยียดเข่าที่มุม 90 องศา (90° isometric knee extension) พบว่าหลังจากออกแรงจนค่าพลังในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงต่ำกว่า 50% กล้ามเนื้อจะสามารถสร้างพลังกลับมาได้ถึง 79.7% อย่างรวดเร็วในช่วง 15 วินาทีแรกจากนั้นอัตราการสร้างพลังกลับคืนจะลดลง

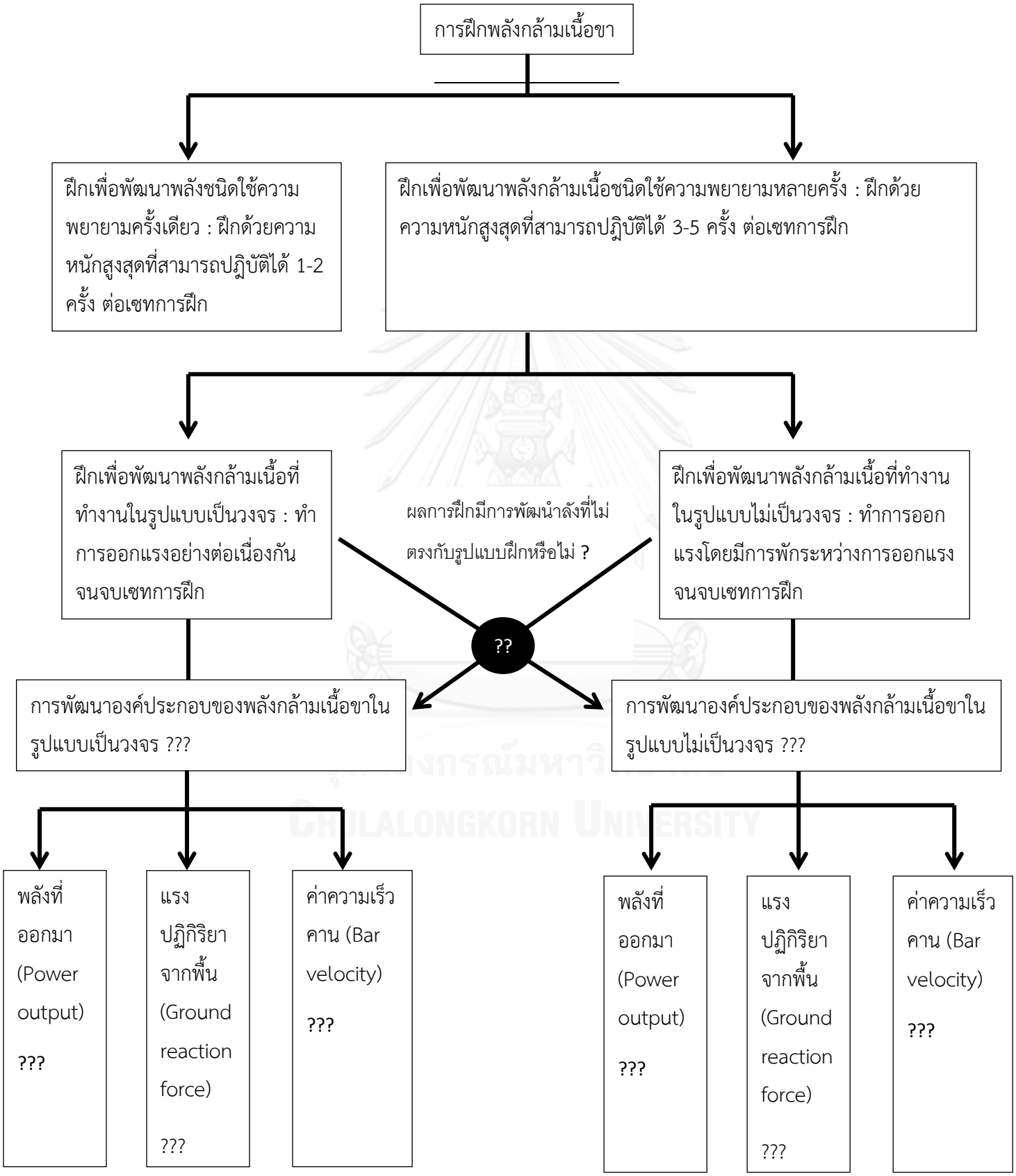
งานวิจัยของ Hardee et al. (2013) ที่ทดลองใน 3 กลุ่มคือ 1.กลุ่มออกแรงต่อเนื่อง 2.กลุ่มพัก 20 วินาทีระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 3.กลุ่มพัก 40 วินาทีระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง พบว่าในกลุ่มที่ออกแรงต่อเนื่อง มีค่าพลังสูงสุด ลดลงถึง 14.94% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการออกแรงครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 6 ซึ่งในกลุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง (Cluster) พบว่าพลังในการออกแรงยกตกลงมาน้อยกว่า คือลดลงมา 5.76% และ 4.08 % ในกลุ่มพัก 20 และ 40 วินาที ตามลำดับ ผู้วิจัยให้ความเห็นว่ารูปแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้ง นั้นสามารถสร้างพลังขาออก (Power output) ได้มากกว่าเนื่องจากสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนใหม่ส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องจากงานวิจัยข้างต้นอาจพบว่าเวลาประมาณ 15-20 วินาที เป็นเวลาที่เพียงพอในการสร้างพลังกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการออกแรงในครั้งถัดไป

Tillin and Bishop (2009) อธิบายถึงการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพหลังการกระตุ้น (Post-Activation Potentiation, PAP) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในการพัฒนาแรงสูงสุด และอัตราการสร้างพลัง (Rate Force Development) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Muscular Power) โดยกล่าวว่าแรงต้านที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการฝึกพลังคือ มากกว่า 80% ของความสามารถในการออกแรงได้สูงสุด1ครั้ง (1RM) เนื่องจากเป็นแรงต้านที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพหลังการกระตุ้นได้ดี

Zarezadeh-Mehrizi, Aminai, and Amiri-khorasani (2013) ได้ทำการทดลองการฝึกพลังกล้ามเนื้อในกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลชายอายุ 22 ปีด้วยท่าสควอท จัมป์อัพสควอท (Jump up squat) เบนช์เพรสโทรว (Bench press throw) โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ฝึกด้วยวิธีแบบประเพณีนิยม และกลุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงที่ 10-30 วินาที (Cluster) ฝึกด้วยโปรแกรมเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ 3 สัปดาห์ เพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อ 3 สัปดาห์ และเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบหลังการฝึกพบว่า การฝึกแบบประเพณีนิยมสามารถสร้างแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อได้มากกว่าการฝึกแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง ในทางกลับกันการฝึกแบบประเพณีนิยมสามารถสร้างพลังกล้ามเนื้อได้น้อยกว่าการฝึกแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. กรอบแนวคิดการวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2556

1.ประชากร

ประชากรคือ วัยรุ่นเพศชายที่มีการออกกำลังกายในระดับนันทนาการ อายุระหว่าง 18-22 ปี

2.กลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยชิ้นนี้เจาะจงเลือกกลุ่มตัวอย่างนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่มีคุณสมบัติดังนี้

2.1 อายุระหว่าง 18-22 ปี

2.2 เพศชาย

2.3 มีความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอทด้วยเครื่องสร้างแรงต้านจากแรงดันอากาศ อยู่ในระดับ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว

ทำการเลือกกลุ่มแบบเจาะจง กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของโคเฮนปี 1988 (Cohen, 1988) เมื่อกำหนดค่าแอลฟาที่ .05 ขนาดของผลกระทบ (Effect size) .80 และอำนาจการทดสอบ .80 พบว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมคือกลุ่มละ 20 คน เพื่อป้องการการสูญเสียของกลุ่มตัวอย่างจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 25 คน จากนั้นทำการกำหนดกลุ่มแบบสุ่ม (Random assignment) เข้ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มประกอบด้วย

1.กลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง

2.กลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม

3. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัย

1.กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาหลักการสร้างสมรรถภาพทางกาย อายุระหว่าง 18-22 ปีเพศชาย

2.กลุ่มตัวอย่างมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีประวัติการเจ็บป่วย ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการฝึกด้วยแรงต้าน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อคัดกรองอาการเจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการฝึกด้วยแรงต้าน

3.กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอท (Relative squat strength) ด้วยเครื่องสร้างแรงต้านจากแรงดันอากาศ อยู่ในระดับ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว

4.กลุ่มตัวอย่างไม่ได้เข้าร่วมโครงการวิจัยอื่นๆที่มีการออกกำลังกาย

4. เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากการวิจัย

1.กลุ่มตัวอย่างเกิดการบาดเจ็บระหว่างทำการวิจัย

2.กลุ่มตัวอย่างขาดการฝึกในช่วงการฝึกพลังกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบติดต่อกันเกิน 3 ครั้ง

3.ประเมินจากแบบสอบถามพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอาการเจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการฝึกด้วยแรงต้าน

5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรง และ วิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ตั้งถามวิจัย และสร้างแบบฝึก

2. ตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมการฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (IOC) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้เท่ากับ 0.85

3. ติดประกาศรับผู้เข้าร่วมวิจัย โดยกำหนดคุณสมบัติตามข้อกำหนดของกลุ่มตัวอย่าง

4. คัดกรองผู้ที่มีอาการเจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการฝึกด้วยแรงต้านออกจากการฝึกด้วยแบบสอบถาม ให้คำแนะนำเรื่องการเข้ารับคำปรึกษาจากแพทย์สำหรับผู้ที่เจ็บป่วยและไม่สามารถเข้าร่วมการฝึกได้

5. ทำการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอทโดยกำหนดเกณฑ์ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอทด้วยเครื่องสร้างแรงต้านจากแรงอัดอากาศอยู่ในระดับ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัวเพื่อคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 50 คน

6. แนะนำวิธีการปฏิบัติท่าฝึกที่ถูกต้องและปลอดภัยสำหรับกลุ่มที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอท และแนะนำวิธีฝึกกล้ามเนื้อขาเบื้องต้นสำหรับผู้ที่ไม่ผ่านการทดสอบเพื่อให้ไปฝึกเพิ่มเติมด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. เริ่มทำการฝึกเพื่อเตรียมพร้อมการเข้าสู่โปรแกรมการฝึก (Preparatory) โดยฝึกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด (Maximum strength) ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ คือวันจันทร์,พุธ,ศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ใช้เวลาวันละ 30 นาที

7.1 โดยโปรแกรมฝึกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด จะใช้น้ำหนักที่ออกแรงได้ประมาณ 5 ครั้ง ฝึกทั้งหมด 3เซท โดยใช้เครื่องให้จังหวะ กำหนดจังหวะ ลง 2 วินาที ขึ้น 1วินาที (Bean, 2008) ฝึกจำนวน 5 ครั้งต่อ 1 เซท หลังจากจบเซทให้พักระหว่างเซท 3 นาที

8. ทำการทดสอบก่อนการฝึก (Pre-test) ด้วยเครื่องมือ FT 700 Power System (Fittech, Australia) และประมวลผลด้วยซอฟแวร์ Ballistic measurement System เพื่อเก็บข้อมูล พลังที่ออกมาสูงสุด แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุด และ ความเร็วคานสูงสุด ด้วยการกระโดดในท่าฮาล์ฟสควอท เนื่องจากเป็นท่าที่คล้ายกับการฝึก โดยจะไม่ใช้ข้อมูลการกระโดดครั้งที่ 1 เนื่องจาก เป็นการกระโดดขึ้นจากพื้นระดับ จึงจะไม่ได้รับผลจากวงจรการยืด และหดตัวของกล้ามเนื้อ หลังจากนั้นทดสอบความแข็งแรงสูงสุดด้วยเครื่องมือฝึกท่าสควอทด้วยแรงต้านจากแรงอัดอากาศ ยี่ห้อไกเซอร์ รุ่นแอร์ 300 สควอท (Keiser’s Air 300 Squat) โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเลือกแรงต้านด้วยตนเอง ก่อนทำการฝึกท่าฮาล์ฟสควอทจำนวน 1 ครั้งไปเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่สามารถปฏิบัติได้อีก (Barroso, Silva-Batista, Tricoli, Roschel, & Ugrinowitsch, 2013) โดยระหว่างการฝึกแต่ละครั้งจะให้พักจนกว่าผู้เข้าร่วมวิจัยจะหายเหนื่อย

8.1 การทดสอบวันจันทร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00 กระโดดต่อเนื่อง 6 ครั้ง โดยเก็บข้อมูลเฉพาะการกระโดดครั้งที่ 2-6

8.2 การทดสอบวันพุธ ช่วงเวลา 16:00-18:00 กระโดดต่อเนื่อง 2 ครั้ง พัก 20 วินาที ทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง โดยเก็บข้อมูลเฉพาะการกระโดดครั้งที่ 2

8.3 การทดสอบวันศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00 ทำการทดสอบ % 1RM ด้วยเครื่องมือฝึกท่าสควอทด้วยแรงต้านจากแรงอัดอากาศ

9. จับฉลากสุ่มเข้ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละเท่าๆกัน

10. ทำการฝึกพลังกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบด้วยโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้ว ด้วยความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ คือวันจันทร์,พุธ,ศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00เป็นเวลา 6 สัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10.1.กลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงทำการฝึกด้วยความพยายามสูงสุด ด้วยน้ำหนัก 85% 1RM จำนวน 5ครั้งต่อ1 เซท โดยเพิ่มการพักระหว่างการออกแรง 20 วินาที โดยในช่วงพักระหว่างการออกแรงจะใช้แท่งเหล็กค้ำเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งสูงระดับหัวไหล่ของผู้ฝึก (ภาพที่ 5 : ภาคผนวก ง.) เพื่อลดภาระการแบกน้ำหนักอยู่กับที่หลังจากจบเซทให้พักระหว่างเซท 3นาที ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์,พุธ,ศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00 เป็นเวลา 6 สัปดาห์

10.2.กลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม.ทำการฝึกด้วยความพยายามสูงสุด ด้วยน้ำหนัก 85% 1RM ทำติดต่อกันจำนวน 5ครั้ง หลังจากจบเซทให้พักระหว่าง เซท 3นาที ความถี่ 3 วัน ต่อสัปดาห์ คือวันจันทร์,พุธ,ศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00 เป็นเวลา 2 สัปดาห์

11. ทดสอบหลังการฝึก (Post-test) ด้วยวิธีเดียวกันกับการทดสอบก่อนการฝึก (Pre-test) ในข้อที่ 8

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยควบคุมการฝึก และการเก็บผลการฝึกด้วยตนเองตลอดโครงการวิจัย

2. ผู้วิจัยใช้อุปกรณ์การทำวิจัย และอุปกรณ์การทดสอบ ของคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตลอดโครงการวิจัย

7. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1 เครื่องมือฝึกท่าสควอทด้วยแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ (Keiser's Air 300 Squat)

2 เครื่องมือวัดพลังกล้ามเนื้อ FT 700 Power System (วิเคราะห์ด้วยซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system)

3 นาฬิกาจับเวลายี่ห้อยิมบอส (Gymboss)

4 เข็มขัดพยุงกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Weight lifting belt)

5 อุปกรณ์ค้ำเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งสูงระดับหัวไหล่ของผู้ฝึก

7.2 โปรแกรมการฝึก

ทั้งสองกลุ่มทำการฝึกพร้อมกันด้วยโปรแกรมการฝึกของแต่ละกลุ่ม ในวันจันทร์ พุธ ศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00 น. โดยจะให้เริ่มทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ และ

ทำการฝึกท่าสควอทด้วยน้ำหนัก 50% ของความหนักสูงสุด ในแต่ละคน จำนวน 15-20 ครั้ง ด้วยจังหวะการฝึก ลง-ขึ้น-หยุด เท่ากับ 3-2-0 วินาที (Bean, 2008) จากนั้นจะทำการฝึกตามรูปแบบที่กำหนดให้ในแต่ละกลุ่ม ที่ความหนัก 85% ของความพยายามสูงสุด ด้วยความเร็วและความพยายามสูงสุด (ภาคผนวก ก.)

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของน้ำหนัก อายุ และ ความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative power)

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบของพลังระหว่างก่อนฝึก กับหลังฝึกภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างสองชุดเกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) เพื่อวัดคุณภาพของโปรแกรมการฝึกของแต่ละกลุ่ม

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของพลังชนิดใช้งานไม่ต่อเนื่อง (Acyclic power) และพลังชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Cyclic power) ตั้งแต่การกระโดดครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มก่อนการฝึกด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test) โดยองค์ประกอบของพลังทั้งสองรูปแบบประกอบด้วย

3.1 พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัว

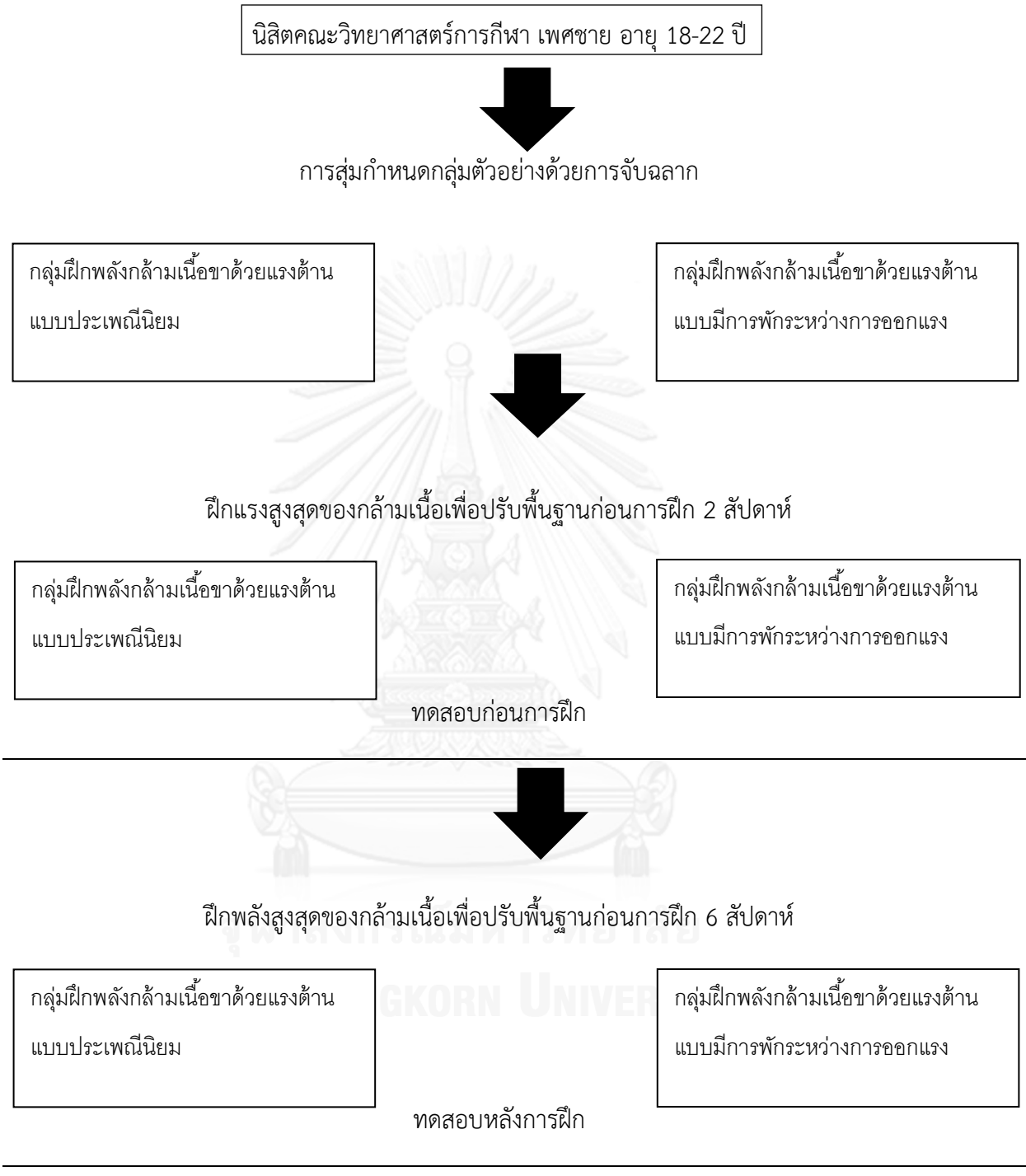
3.2 แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัว

3.3 ความเร็วคานสูงสุด

4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของพลังชนิดใช้งานไม่ต่อเนื่อง และพลังชนิดใช้งานต่อเนื่อง ตั้งแต่การกระโดดครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มหลังการฝึก ด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test) หากพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ก่อนการฝึก จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม (Co-variate)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9.แผนผังแสดงขั้นตอนการทำวิจัย



10.แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	เดือน						
	พ.ย.56	ธ.ค.57	ม.ค.57	ก.พ.57	มี.ค.57	เม.ย.57	พ.ค.57
1.ทำการแก้ไขข้อมูลจามกรรมการจริยธรรม	↔						
2.รวบรวมรายชื่อกลุ่มตัวอย่าง		↔					
3.ทำการทดลอง		↔	↔	↔			
4.วิเคราะห์ข้อมูล				↔	↔		
5. อภิปราย สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย					↔		
6. สอบวิทยานิพนธ์						↔	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูล พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัว แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัว และ ความเร็วคานสูงสุด ก่อน และหลังการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างจาก 50 คน มีการสูญหายจากการวิจัยจำนวน 10 คน ผู้วิจัยจะนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ ส่วนสูง น้ำหนักตัว และความแข็งแรงสัมพัทธ์ ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม

ข้อมูลพื้นฐาน	กลุ่มทดลอง			
	กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม		กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
อายุ (ปี)	20.25	0.87	20.71	0.59
ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	172.64	5.87	173.32	7.55
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	69.36	12.25	70.40	10.82
ความแข็งแรงสัมพัทธ์	1.76	0.29	1.98	0.33

จากตารางที่ 2 กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบออกแรงต่อเนื่อง และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีอายุเฉลี่ย 20.25 และ 20.71 ปี ตามลำดับ ส่วนสูงเฉลี่ย 172.64 และ 173.32 เซ็นติเมตร ตามลำดับ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 69.36 และ 70.40 ตามลำดับ ความแข็งแรงสัมพัทธ์เฉลี่ย 1.76 และ 1.98 ตามลำดับ

Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบความแข็งแรงสัมพัทธ์ ระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test)

	กลุ่มทดลอง					
	กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม N=20		กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง N=20		t	p
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอท	1.84	.29	1.88	.32	-.399	.542

p>.05

จากตารางที่ 3 ความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอทระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อก่อน และหลังการฝึกภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างสองชุดเกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) ในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง

องค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขา	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก 6 สัปดาห์			
	N=20		N=20			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	t	p
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	60.15	7.59	64.58	8.28	-9.484	.000*
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	62.80	7.87	63.96	7.36	-1.663	.113
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร (นิวตัน/กิโลกรัม)	38.47	6.99	41.26	9.66	-1.641	.117
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (นิวตัน/กิโลกรัม)	35.35	7.94	37.37	7.65	-1.277	.217
ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร (เมตร/วินาที)	2.74	.24	2.83	.24	-3.133	.005*
ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร (เมตร/วินาที)	2.84	.29	2.86	.20	-.611	.549

*p ≤ .05

จากตารางที่ 4 การพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาภายในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ก่อน และหลังการฝึก พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม มีพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร และความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจรมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อก่อน และหลังการฝึกภายในกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างสองชุดเกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) ในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง

องค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขา	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก 6 สัปดาห์			
	N=20		N=20			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	t	p
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	58.85	7.64	65.32	7.25	-4.602	.000*
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	59.79	5.78	64.63	7.76	-3.737	.001*
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร(นิวตัน/กิโลกรัม)	39.14	8.59	44.16	9.37	-4.144	.001*
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (นิวตัน/กิโลกรัม)	37.69	10.45	40.21	7.90	-1.597	.127
ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร(เมตร/วินาที)	2.52	.25	2.75	.34	-3.638	.002*
ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร (เมตร/วินาที)	2.66	.28	2.79	.34	-2.772	.012*

*p ≤ .05

จากตารางที่ 5 การพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาภายในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ก่อน และหลังการฝึก พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร และความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร มากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึกด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test)

องค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขา	กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบออกแรงต่อเนื่อง		กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง			
	N=20		N=20			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	t	P
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	60.15	7.59	58.85	7.64	.543	.590
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	62.80	7.87	59.78	5.78	1.383	.175
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร (นิวตัน/กิโลกรัม)	38.47	6.99	39.14	8.59	-.269	.789
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (นิวตัน/กิโลกรัม)	35.35	7.94	37.69	10.45	-.798	.430
ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร (เมตร/วินาที)	2.74	.24	2.52	.25	2.776	.008*
ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร (เมตร/วินาที)	2.84	.29	2.66	.28	2.010	.052

*p ≤ .05

จากตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึก ระหว่างกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง พบว่าค่าความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจรก่อนการฝึกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม ด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test)

องค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขา	กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม		กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง			
	N=20		N=20			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	t	P
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	64.58	8.28	65.32	7.25	-.300	.766
พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (วัตต์/กิโลกรัม)	63.96	7.36	64.63	7.76	-.280	.781
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร (นิวตัน/กิโลกรัม)	41.26	9.66	44.16	9.37	-.964	.669.
แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร (นิวตัน/กิโลกรัม)	37.37	7.65	40.21	7.90	-1.158	.300
ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร (เมตร/วินาที)	2.86	.20	2.79	.34	.831	.054

P > .05

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่าการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาหลังการฝึกระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ของความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร หลังการฝึก

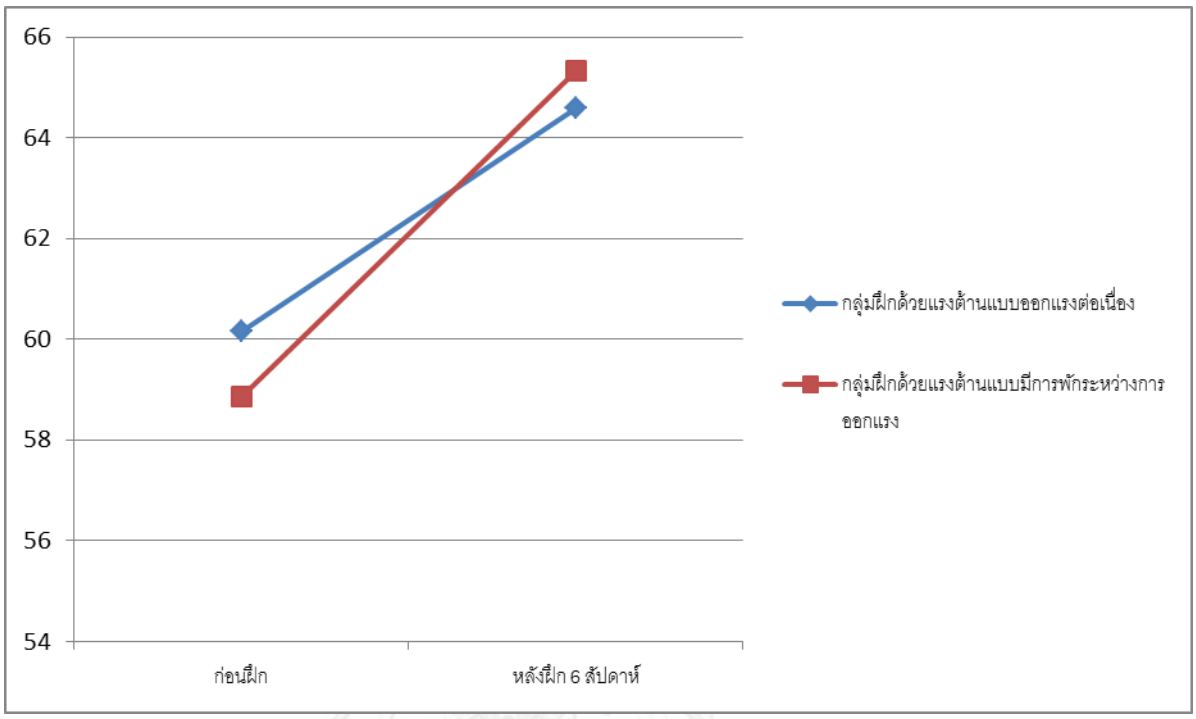
แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F	P-Value
ระหว่างกลุ่ม	.080	1	.080	1.735	.196
ความคลาดเคลื่อน	1.705	37	.046		
ผลรวม	3.294	39			

*p > .05

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดความแตกต่างก่อนการฝึกด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ระหว่างกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม และ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ในรูปแบบเป็นวงจร ก่อน และหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม

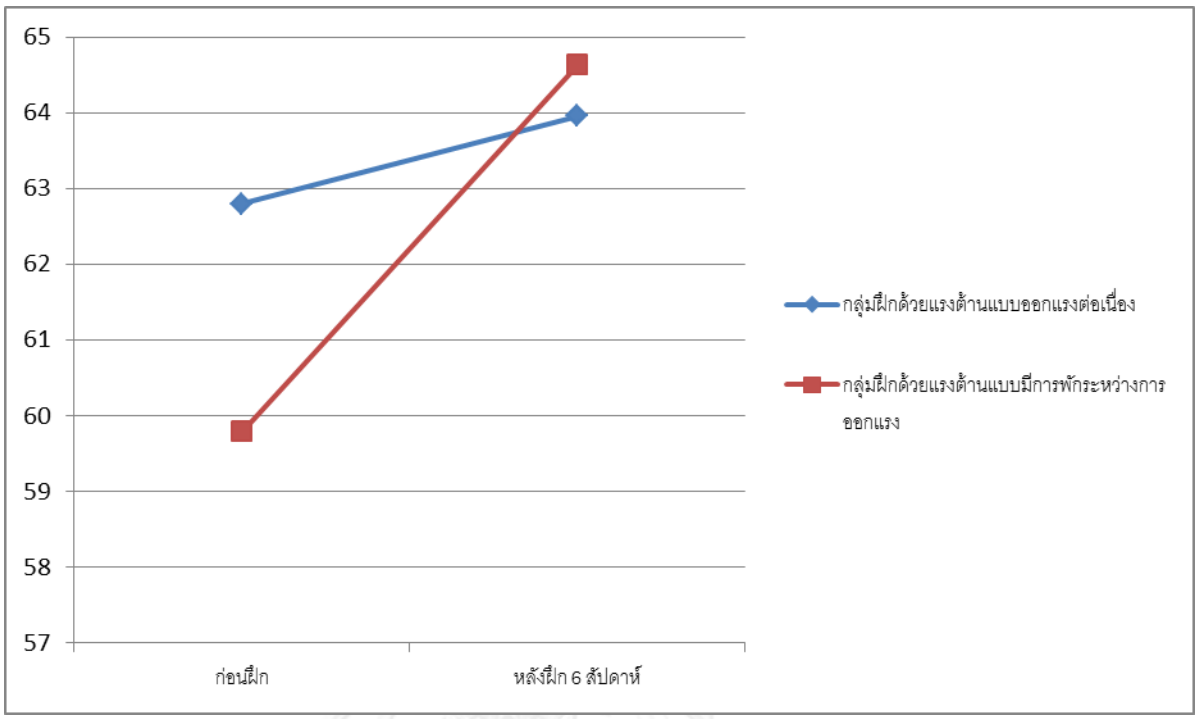


แผนภูมิที่ 1 แสดงผลค่าเฉลี่ยของพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ก่อน และหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม

พบว่าในกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีอัตราการพัฒนาพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัว ในรูปแบบเป็นวงจรได้ดีกว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง เนื่องจากมีความชันของกราฟมากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ในรูปแบบไม่เป็นวงจร ก่อน และหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม



แผนภูมิที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อน และหลังการฝึก ระหว่างกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมพบว่าในกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง มีอัตราการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ในรูปแบบไม่วงจรได้ดีกว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงเนื่องจากมีความชันของกราฟมากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในรูปแบบการใช้งานเป็นวงจร และ รูปแบบการใช้งานอย่างไม่เป็นวงจร ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม และกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 50 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 25 คน จากนั้นทำการปรับพื้นฐานก่อนเข้าโปรแกรมการฝึกพลัง ด้วยการฝึกท่าสควอทในโปรแกรมฝึกแรงกล้ามเนื้อสูงสุดที่ความหนัก 85% ของ 1 RM จำนวน 5 ครั้ง 3 เซท ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ หลังจากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลส่วนประกอบของพลังกล้ามเนื้อก่อนการฝึก และ เริ่มการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยโปรแกรมที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม ให้ทำการฝึกด้วยความเร็วและความพยายามสูงสุด ที่ความหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 5 ครั้ง 3 เซท ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์

2. กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง ให้ทำการฝึกด้วยความเร็วและความพยายามสูงสุด ที่ความหนัก 85% ของ 1RM จำนวน 1 ครั้ง และพักเป็นเวลา 20 วินาที ก่อนเริ่มการฝึกอีก 1 ครั้ง ไปเรื่อยๆ จนครบ 5 ครั้ง 3 เซท ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์

หลังจากทำการฝึกพลังกล้ามเนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ จะทำการเก็บข้อมูลส่วนประกอบของพลังกล้ามเนื้อหลังการฝึก และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ข้อมูลก่อนและหลังการฝึกภายในกลุ่ม ด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างสองชุดเกี่ยวข้องกัน (Pair samples t-test) เพื่อชี้วัดคุณภาพของโปรแกรมการฝึกในแต่ละกลุ่ม จากนั้นทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนการฝึกระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่า “ที” ที่ตัวอย่างเป็นอิสระกัน (Independent samples t-test) เพื่อหาค่าที่เกิดความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม จากนั้นจะวิเคราะห์ข้อมูลหลังการฝึกระหว่างกลุ่ม โดยกลุ่มที่เกิดความแตกต่างก่อนการฝึกจะวิเคราะห์ด้วยสถิติประเภทการวิเคราะห์ตัวแปรร่วม (ANCOVA) และกลุ่มที่ไม่เกิดความแตกต่างก่อนการฝึกจะวิเคราะห์ด้วยสถิติประเภทการทดสอบทีชนิดกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัย

1. กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในท่าสควอทต่อน้ำหนักตัวก่อนการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การเปรียบเทียบพลังกล้ามเนื้อก่อน และ หลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม มีค่าพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร และความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจรมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบพลังกล้ามเนื้อก่อน และ หลังการฝึก 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างารออกแรง มีค่าพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร ค่าพลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร และความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร มากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การเปรียบเทียบค่าพลังล้ามเนื้อ และองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อ หลังการฝึก 6 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม และกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบพลังกล้ามเนื้อขาหลังการฝึกระหว่างกลุ่มด้วยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกัน พบว่าไม่มีค่าใดที่เกิดความแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากการกำหนดเกณฑ์ความแข็งแรงสัมพัทธ์ที่ 1.5 ถึง 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งนับว่าเป็นความแข็งแรงในระดับสูง ทำให้ผู้เข้ารับการทดลองส่วนใหญ่เป็นคนแข็งแรง จึงอาจเกิดการพัฒนาได้น้อยกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงในระดับต่ำ

2. จากการทดสอบความสัมฤทธิ์ผลของโปรแกรมฝึก 6 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึก กับหลังการฝึก ภายในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยม พบว่าค่า พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร และความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร แตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในรูปแบบเป็นวงจรได้จริง โดยเป็นไปตามหลักการด้านความเฉพาะเจาะจงว่าการฝึกที่คล้ายคลึงกับทักษะที่นักกีฬาต้องการจะส่งผลให้นักกีฬาพัฒนาความสามารถทางการกีฬาด้านนั้นได้ดี (Stoppani, 2006) นอกจากนี้การฝึกต่อเนื่องกันด้วยความเร็วสูงอาจจะเกิดการพัฒนาความเร็วของกล้ามเนื้อได้จากหลักการของ Kenney et al. (2012) ที่กล่าวว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยความถี่สูงติดต่อกันที่จะทำให้เกิดการระดมหน่วยยนต์มาทำงานมากขึ้น (ภาพที่ 3) แต่การฝึกในรูปแบบนี้ไม่สามารถพัฒนาแรงปฏิกริยาต่อพื้น ที่เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยใช้ชี้วัดถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Zarezadeh-Mehrizi, Aminai, and

Amiri-khorasani (2013) และ Rooney, Herbert, and Balnave (1994) ที่พบว่าการฝึกในรูปแบบต่อเนื่องให้ผลการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดี ผู้วิจัยจึงสัญนิษฐานว่าสิ่งที่งานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยทั้งสองชิ้น คือชนิดของแรงต้านทานที่ผู้วิจัยเลือกใช้มาทำการฝึก เป็นแรงต้านทานจากแรงดันอากาศที่สามารถฝึกได้ด้วยความเร็วสูงมาก จึงทำให้เกิดการพัฒนาความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อมากกว่าที่จะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการเลื่อนของเส้นโค้งแรง และความเร็ว จะเลื่อนด้านความเร็วเป็นหลัก (Whyte, 2006) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fielding et al. (2002) ที่ค้นพบว่าการฝึกด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศสามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ดีกว่า ถ้าทำการฝึกด้วยความเร็วสูง

3. จากการทดสอบความสัมฤทธิ์ผลของโปรแกรมฝึก 6 สัปดาห์ โดยทำการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึก กับหลังการฝึก ภายในกลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง พบว่าค่า พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร พลังที่ออกมาสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบไม่เป็นวงจร แรงปฏิกิริยาจากพื้นสูงสุดต่อน้ำหนักตัวในรูปแบบเป็นวงจร ความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบเป็นวงจร และความเร็วคานสูงสุดในรูปแบบไม่เป็นวงจร แตกต่างกับก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงนอกจากจะสามารถพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาในรูปแบบไม่เป็นวงจร แล้วยังสามารถพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาในรูปแบบเป็นวงจรได้อีกด้วย สาเหตุที่การฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีผลพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อได้อย่างหลากหลาย อาจเกิดจากการหยุดพักระหว่างการออกแรงส่งผลให้เกิดการเติมกลับของเอทีพีทำให้การฝึกในหนึ่งเซทมีความหนักในการฝึกสูงกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม เนื่องจากการฝึกแบบประเพณีนิยมพลังกล้ามเนื้อจะลดลงไปเรื่อยๆหลังจากการออกแรงในแต่ละครั้งจากการใช้พลังงานประเภทเอทีพีหมดไป และการทำงานของระบบพลังงานฟอสฟาเจนเพียงระบบเดียวในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบประเพณีนิยมย่อมเกิดการกระตุ้นการปรับตัวของร่างกายได้น้อยกว่าการทำงานของระบบพลังงานสองระบบในการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรง ที่ใช้ทั้งระบบพลังงานฟอสฟาเจน และระบบไกลโคไลสิส เป็นแหล่งพลังงานหลักในการฝึก (Kenney, Wilmore and Costill, 2012) และยังมีการค้นพบว่าการใช้พลังงานระบบฟอสฟาเจนเกิดการกระตุ้นของระบบพลังงานน้อยกว่าระบบไกลโคไลสิส ดังนั้นผลการพัฒนาที่เกิดขึ้นในกลุ่มออกแรงต่อเนื่อง คาดว่าน่าจะได้รับผลจากการพัฒนาทางระบบประสาท

3. จากการเปรียบเทียบค่าก่อนและหลังการฝึกในแต่ละกลุ่มพบว่าทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความเร็วคานได้ดี ซึ่งตรงกับคุณสมบัติของเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศที่สามารถฝึกได้ด้วยความเร็วสูงตลอดช่วงการเคลื่อนไหวส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาความเร็วในการกระโดด

4. ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. ผลการวิจัยพบว่าการฝึกด้วยแรงต้านทั้งสองรูปแบบให้ผลในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ดีเทียบเท่ากัน โดยการฝึกแบบประเพณีนิยมนั้นจะเกิดความเมื่อยล้าสูงกว่าอาจจะเหมาะกับผู้ต้องการพลังกล้ามเนื้อควบคู่กับการเพิ่มความอดทนของกล้ามเนื้อ ส่วนการฝึกการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาด้วยวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงจะมีความเมื่อยล้าต่ำกว่าอาจจะเหมาะกับผู้ต้องการพลังกล้ามเนื้อควบคู่กับการพัฒนาคุณภาพของท่าทางในการใช้พลัง ดังนั้นการเลือกรูปแบบการฝึกให้เหมาะสม จะสามารถพัฒนาสมรรถภาพของนักกีฬาไปสู่ความเป็นเลิศ

2. การใช้น้ำหนักฝึกจากเปอร์เซ็นต์ความหนักที่ทำได้สูงสุด พบว่าในแต่ละวัน ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความแข็งแรงไม่เท่ากัน ซึ่งการยึดติดกับค่าที่คำนวนได้เพียงอย่างเดียวอาจจะทำให้นักกีฬาเกิดอาการบาดเจ็บได้เนื่องจากฝึกหนักเกินกำลังของตัวเอง จึงควรมีรูปแบบการปรับลด หรือเพิ่มน้ำหนัก โดยอิงกับความรู้สึกล้าของนักกีฬา

3. การบาดเจ็บอาจเกิดขึ้นได้จากการที่ผู้ฝึกมีทักษะในการฝึกท่าสควอทต่ำ ผู้ควบคุมการวิจัยจึงควรที่จะมีความรู้ด้านการออกกำลังกายด้วยแรงต้านเป็นอย่างดี

4. จากการทำการทดลองก่อนการทำวิจัย (Pilot study) น้ำหนักที่ทำได้สูงสุดจากเครื่องมือฝึกด้วยแรงดันอากาศ จะมากกว่าน้ำหนักที่ทำได้จริงประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากไม่มีผลกระทบด้านโมเนตัม การหาค่าพลังกล้ามเนื้อสัมพัทธ์เพื่อกำหนดเกณฑ์เลือกผู้เข้าร่วม และออกจากการวิจัยจึงต้องหักค่าที่หาได้ออก 40 เปอร์เซ็นต์ด้วยเช่นกัน

5. เครื่องมือในการฝึกด้วยแรงดันลมมีน้ำหนักเบา ในขณะที่นักกีฬาทำการฝึกด้วยความเร็วสูง เครื่องมือจะลอยตามการกระโดดของผู้ฝึกส่งผลให้เกิดความรู้สึกไม่มั่นคง จึงควรมีการยึดเครื่องมือให้ติดแน่นกับพื้น

5. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวัดผลระหว่างการฝึก (Mid test) ซึ่งจะทำให้ทราบแนวโน้มในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาอย่างละเอียดมากขึ้น

2. ควรมีการเพิ่มกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เข้าร่วมการฝึก (Control group)

3. ควรมีการตรวจวัดระยะเวลาที่กล้ามเนื้อเกิดแรงตึงตัว (Time under tension) ในแต่ละเซทของการฝึกทั้งสองรูปแบบ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาแต่เพียงด้านเดียว คือผลการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจขยายขอบเขตการวิจัยไปศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น องค์ประกอบของร่างกาย สมรรถภาพทางระบบหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น

5. รูปแบบของการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีมากมาย เช่น การปรับเปลี่ยนน้ำหนักในแต่ละเซ็ทเป็นรูปคลื่น (Undulating Cluster) การหยุดพักเพื่อฝึกให้ได้มากกว่าจำนวนครั้งที่ทำได้สูงสุด (Extended set) การเปลี่ยนรูปแบบในการฝึกอาจให้ผลลัพท์ในการวิจัยที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

American Academy of Pediatrics Council on Sports, M. F., McCambridge, T. M., & Stricker, P. R. (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics, 121*(4), 835-840. doi: 10.1542/peds.2007-3790

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning*: Human Kinetics.

Baker, D. (2001). *A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players.*

Bean, A. (2008). *The complete guide to strength training* (4th ed. ed.). London: A. & C. Black.

Bompa, T. O. (1999). *Periodization Training for Sports*. United States: Human Kinetics.

Boullosa, D. A., Abreu, L., Beltrame, L. G., & Behm, D. G. (2013). The acute effect of different half squat set configurations on jump potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research, 27*(8), 2059-2066. doi: 10.1519/JSC.0b013e31827ddf15

Byrd, R., Centry, R., & Boatwright, D. (1988). Effect of inter-repetition rest intervals in circuit weight training on PWC170 during arm-cranking exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 28*(4), 336-340.

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

Connelly, D. M., Rice, C. L., Roos, M. R., & Vandervoort, A. A. (1999). Motor unit firing rates and contractile properties in tibialis anterior of young and old men. *J Appl Physiol (1985), 87*(2), 843-852.

Dale, P. (2010). Weight Machines That Use Compressed Air to Create Resistance. Retrieved 19/03/2014, 2014, from http://www.livestrong.com/article/314352-weight-machines-that-use-compressed-air-to-create-resistance/

Dictionary of sport and exercise science. (2006). London: A. & C. Black.

Fielding, R. A., LeBrasseur, N. K., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., & Fiatarone Singh, M. A. (2002). High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc, 50*(4), 655-662.

Frost, D. M., Cronin, J. B., & Newton, R. U. (2008). A comparison of the kinematics, kinetics and muscle activity between pneumatic and free weight resistance. *Eur J Appl Physiol, 104*(6), 937-956. doi: 10.1007/s00421-008-0821-8

Haff, G. G., Whitley, A., McCoy, L. B., O'Bryant, H. S., Kilgore, J. L., Haff, E. E., . . . Stone, M. H. (2003). Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 17*(1), 95-103.

Hamid, A., Bagheri, A., & Kashkuli, V. (2013). The Effect of Different Inter-repetition Rest Periods on The Sustainability of Bench And Leg Press Repetition. *Kinesiologia Slovenica, 19*, 5-13.

Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickerling, S. L., & Newton, M. J. (2011). Does Cluster Loading Enhance Lower Body Power Development In Preseason Preparation Of Elite Rugby Union Players? *Journal of Strength and Conditioning Research, 25*(8), 2118-2126.

Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Utter, A. C., Triplett, N. T., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. (2012). Effect of inter-repetition rest on ratings of perceived exertion during multiple sets of the power clean. *Eur J Appl Physiol, 112*(8), 3141-3147. doi: 10.1007/s00421-011-2300-x

Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Zwetsloot, K. A., Triplett, N. T., Utter, A. C., & McBride, J. M. (2013). Effect of cluster set configurations on power clean technique. *Journal of Sports Sciences, 31*(5), 488-496. doi: 10.1080/02640414.2012.736633

Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Functional Significance of Cell Size in Spinal Motoneurons. *J Neurophysiol, 28*, 560-580.

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2012). *Physiology of sport and exercise* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *Journal of Strength & Conditioning Research, 1*(1), 1-10.

Komi, P. V. (1992). *Strength and power in sport*. Oxford ; Boston

Champaign, Ill.SS: Blackwell Scientific Publications ;

Human Kinetics Books, distributor.

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

Lawton, T., Cronin, J., & Lindsell, R. P. (2006). Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 20*(1), 172-176. doi: 10.1519/R-13893.1

Masland, R. P., Jr. (1983). The adolescent. Athletics and development. *Journal of adolescent health care, 3*(4), 237-240.

McGuff, D., & Little, J. R. (2009). *Body by science : a research based program to get the results you want in 12 minutes a week*. New York: McGraw-Hill.

Melillo, P. (2010-2011). Exercise Physiology: Bioenergetics. Retrieved 9/4/2014, from http://www.philipmelillo.com/bioenergetics_ep.htm

Moir, G. L., Mergy, D., Witmer, C., & Davis, S. E. (2011). The acute effects of manipulating volume and load of back squats on countermovement vertical jump performance.

Journal of Strength and Conditioning Research, 25(6), 1486-1491. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181da8597

Newton, R. U., Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Humphries, B. J., & Murphy, A. J. (1996). Kinematics, Kinetics, and Muscle Activation During Explosive Upper Body Movements. *Journal of Applied Biomechanics, 12*(1), 31–43.

Peltonen, H., Hakkinen, K., & Avela, J. (2013). Neuromuscular responses to different resistance loading protocols using pneumatic and weight stack devices. *Journal of Electromyography & Kinesiology, 23*(1), 118-124. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.08.017

Poliquin, C. (2001). *Modern Trends in Strength Training: Volume 1, Sets and Reps (Second Edition)*: CharlesPoliquin.net; 4th edition (March 2001).

Rodano, R., Squadrone, R., & Mingrino, A. (1996). *Gender differences in joint moment and power measurements during vertical jump exercises.* Paper presented at the XIV ISBS Symposium.

Rooney, K. J., Herbert, R. D., & Balnave, R. J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc, 26*(9), 1160-1164.

Sahlin, K., & Ren, J. M. (1989). Relationship of contraction capacity to metabolic changes during recovery from a fatiguing contraction. *J Appl Physiol (1985), 67*(2), 648-654.

The Science of Resistance. Keiser Corporation.

Stoppani, J. (2006). *Encyclopedia of muscle & strength*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med, 39*(2), 147-166. doi: 10.2165/00007256-200939020-00004

Waldron, J. (2014). Rest-Pause Training Guide. Retrieved 5/4/2004, 2014, from http://strengthunbound.com/rest-pause-training-guide/

Whyte, G. P. (2006). *The physiology of training*. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.

Zarezadeh-Mehrizi, A., Aminai, M., & Amiri-khorasani, M. (2013). Effects of Traditional and Cluster Resistance Training on Explosive Power in Soccer Players. *Iranian Journal of Health and Physical Activity*, 51-56.

ดรุณวรรณ สุขสม. (2552). การบาดเจ็บจากการกีฬา (Vol. 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

โปรแกรมการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

1.**1** ปฏิบัติท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าค้างไว้ 20 วินาที

1.2 ปฏิบัติท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อสะโพกค้างไว้ 20 วินาที

1.3 ปฏิบัติท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง และหลังส่วนล่าง ค้างไว้ 20 วินาที

1.4 ปฏิบัติท่ายืดเหยียดต้นขาด้านในค้างไว้ 20 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. โปรแกรมการอบอุ่นร่างกาย

โปรแกรมการฝึก	ความหนักของการฝึก	ปริมาณการฝึก	จังหวะการฝึก ลง-ขึ้น-หยุด (วินาที) (Bean, 2008)
อบอุ่นร่างกาย	ความหนัก 50% 1RM จำนวน 15-20 ครั้ง	1-2 เซ็ท	3-2-0

3. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อ

โปรแกรมการฝึก	ความหนักของการฝึก	ปริมาณการฝึก	ความถี่	จังหวะการฝึก ลง-ขึ้น-หยุด (วินาที)
ปรับพื้นฐาน	ความหนัก85% 1RM จำนวน 5 ครั้ง	3 เซ็ท	3 ครั้งต่อสัปดาห์	3-2-0
ฝึกพลังกล้ามเนื้อแบบประเพณีนิยม	ความหนัก85% 1RM จำนวน 5 ครั้ง	3 เซ็ท	3 ครั้งต่อสัปดาห์	เร็วที่สุด-เร็วที่สุด-0
ฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง	ความหนัก85% 1RM จำนวน 5 ครั้ง	3 เซ็ท	3 ครั้งต่อสัปดาห์	เร็วที่สุด-เร็วที่สุด-20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข.

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของโปรแกรมการฝึก

ข้อ	เนื้อหา	ระดับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
		เหมาะสม +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	แบบมีการพักระหว่างการออกแรง				
1	ใช้ท่า Half Squat ในการฝึก	5	0	0	1
2	ออกแรงด้วยความพยายามสูงสุด	5	0	0	1
3	พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที	3	2	0	0.6
4	ความหนัก 85% ของ 1 RM	5	0	0	1
5	ฝึกจำนวน 5 ครั้ง ต่อ 1 เซท	5	0	0	1
6	พักระหว่างเซท 3 นาที	4	0	1	0.6
7	ความถี่ในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์	5	0	0	1
8	ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์	3	2	0	0.6
	แบบดั้งเดิม				
9	ใช้ท่า Half Squat ในการฝึก	5	0	0	1
10	ออกแรงด้วยความพยายามสูงสุด	5	0	0	1
11	ออกแรงต่อเนื่องกัน(ไม่มีการพักระหว่างการออกแรง)	5	0	0	1
12	ความหนัก 85% ของ 1 RM	4	0	1	0.6
13	ฝึกจำนวน 5 ครั้ง ต่อ 1 เซท	5	0	0	1
14	พักระหว่างเซท 3 นาที	4	0	1	0.6
15	ความถี่ในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์	5	0	0	1
16	ระยะเวลาในการฝึก 6 สัปดาห์	3	2	0	0.6

ค่าเฉลี่ย = 0.85

ภาคผนวก ค.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการฝึก

1.ผศ.ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2.ผศ.ถาวร กมุทศรี	รักษาการแทนรองคณบดีฝ่ายบริการวิทยาลัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล
3.ร.ต.ท.หญิง ชุติกาญจน์ ผาลใจ	นักพัฒนาการกีฬาชำนานการประจำกรมพละศึกษา (ผู้ฝึกสอนนักกีฬายกน้ำหนัก)
4.นางสาวรัชนี บุญมาเลิศ	นักวิชาการศูนย์เยาวชน(ผู้นำกิจกรรมพลศึกษา) ปฏิบัติการประจำศูนย์เยาวชนกรุงเทพมหานคร (ไทย-ญี่ปุ่น) (ผู้ฝึกสอนนักกีฬายกน้ำหนัก)
5.นายกวิน พิกุลงาม	นักพัฒนาการกีฬาปฏิบัติการ ประจำศูนย์ฝึกกีฬาเยาวชน กองการกีฬา (ผู้ฝึกสอนนักกีฬายกน้ำหนัก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง.

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. เครื่องมือฝึกท่าสควอทด้วยแรงต้านด้วยแรงดันลม (Keiser's Air 300 Squat)

2. เครื่องมือวัดพลังกล้ามเนื้อ FT 700 Power System (วิเคราะห์ด้วยซอฟท์แวร์ Ballistic measurement system)

3. นาฬิกาจับเวลายี่ห้อยิมบอส (Gymboss)

4. เข็มขัดพยุงกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Weight lifting belt)

5. อุปกรณ์ค้ำเครื่องให้อยู่ในตำแหน่งสูงระดับหัวไหล่ของผู้ฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ.

ข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

เรียน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เป็นการศึกษาวิจัยในเรื่อง “การเปรียบเทียบการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับแบบเดิมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา”

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกพลังกล้ามเนื้อขาด้วยวิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรง กับวิธีฝึกด้วยแรงต้านแบบเดิม

รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1.กลุ่มตัวอย่าง คือนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาหลักการสร้างสมรรถภาพทางกาย เพศชาย สุขภาพแข็งแรง อายุระหว่าง 18 – 22 ปี

2.จำนวนกลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด 40 คน

3. เกณฑ์การคัดเข้า กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงในท่าสควอท อยู่ในระดับ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว

4.กลุ่มตัวอย่างมีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีประวัติการเจ็บป่วย ที่จะเป็นอุปสรรค์ต่อการฝึกด้วยแรงต้าน

กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้

1.กลุ่มตัวอย่างเกิดการบาดเจ็บระหว่างทำการวิจัย

2.กลุ่มตัวอย่างขาดการฝึกในช่วงการฝึกพลังกล้ามเนื้อทั้งสองรูปแบบติดต่อกันเกิน 3 ครั้ง

3.เมื่อประเมินจากแบบสอบถามพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอาการเจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการฝึกด้วยแรงต้าน

กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ให้ความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยจะขอให้ท่านทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคัดกรอง

1.คัดกรองผู้ที่มีอาการเจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการฝึกด้วยแรงต้านออกจากการทดลองด้วยแบบสอบถาม ให้คำแนะนำเรื่องการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่เจ็บป่วยและไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้ *โดยจะใช้เวลาในการตอบแบบสอบถามประมาณ 30 นาที*

2.ทำการทดสอบความแข็งแรงในท่าสควอท ในกลุ่มนิสิตที่เรียนวิชาหลักการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายโดยกำหนดเกณฑ์ความแข็งแรงอยู่ในระดับ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว เพื่อคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 50 คน โดยจะใช้เวลาทั้งสิ้น 1ชั่วโมง

การเตรียมความพร้อม ผู้ฝึกสอน :นายเสกข์ศักย์ ธิตักดิ์ (ผู้วิจัย)

3.แนะนำวิธีการปฏิบัติท่าฝึกที่ถูกต้องและปลอดภัยสำหรับกลุ่มที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงสัมพัทธ์ในท่าสควอท สำหรับผู้ที่มีความแข็งแรงต่ำกว่าเกณฑ์จะได้แผ่นพับวิธีฝึกกล้ามเนื้อขาเบื้องต้นกับปากกาจำนวนหนึ่งด้าม

4.เริ่มทำการฝึกเพื่อเตรียมพร้อมการเข้าสู่โปรแกรมการฝึก โดยฝึกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด

ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทุกวันจันทร์ พุธ ศุกร์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ช่วง เวลา 16:00-18:00

4.1 โดยโปรแกรมฝึกแรงกล้ามเนื้อสูงสุด จะใช้น้ำหนักที่ออกแรงได้ประมาณ 5 ครั้ง ฝึกทั้งหมด 3เซท โดยใช้เครื่องให้จังหวะ กำหนดจังหวะ ลง 2 วินาที ขึ้น 1 ฝึกจำนวน 5ครั้ง หลังจากจบเซทให้พักระหว่างเซท 3นาที ใช้เวลาทดสอบ 30 นาที

การทดสอบก่อนการฝึก ผู้ฝึกสอน :นายเสกข์ศักย์ ธิตักดิ์ (ผู้วิจัย)

5. ทำการทดสอบก่อนการฝึกด้วยเครื่องมือวัดพลังกระโดดเพื่อเก็บข้อมูล แรง,ความเร็วและพลัง สูงสุดโดยแบกโอลิมปิกบาร์เบลชนิดน้ำหนักเบา เพื่อจัดท่าทางให้คล้ายท่าฝึกและกระโดดในท่าฮาล์ฟสควอท

5.1การทดสอบวันจันทร์ กระโดดต่อเนื่อง 6 ครั้ง โดยเก็บข้อมูลเฉพาะการกระโดดครั้งที่ 2-6 ช่วง เวลา 16:00-18:00 ใช้เวลา 30 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 การทดสอบวันพุธ กระโดดต่อเนื่อง 2 ครั้ง พัก 20 วินาที ทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง โดยเก็บข้อมูลเฉพาะการกระโดดครั้งที่ 2 ช่วง เวลา 16:00-18:00 ใช้เวลา 30 นาที

5.3 การทดสอบวันศุกร์ ทำการทดสอบ % 1RM ด้วยเครื่องมือฝึกท่าสควอทด้วยแรงต้านด้วยแรงดันลม โดยให้ผู้ทดลองทำการอบอุ่นร่างกายกและให้เลือกแรงต้านที่จะใช้เองในแต่ละเซทการฝึกจนกว่าจะพบน้ำหนักสูงสุดที่ปฏิบัติได้ โดยพักระหว่างเซท 3นาที ช่วง เวลา 16:00-18:00 ใช้เวลา 30 นาที

โปรแกรมการฝึก ผู้ฝึกสอน :นายเสกข์ศักย์ ธิตักดิ์ (ผู้วิจัย)

6. ทำการฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยโปรแกรมการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรง ด้วยความถี่

3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทุกวันจันทร์ พุธ ศุกร์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ช่วง เวลา 16:00-18:00 ใช้เวลา 30 นาที

6.1 กลุ่มฝึกพลังกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านแบบที่มีการพักระหว่างการออก ทำการฝึกด้วยความพยายามสูงสุด ด้วยน้ำหนัก 85% 1RM จำนวน 5ครั้ง โดยเพิ่มการพักระหว่างการออกแรง 20 วินาที โดยในช่วงพักระหว่างการออกแรงจะใช้แท่งเหล็กค้ำเครื่องให้อยู่ ในตำแหน่งสูงระดับหัวไหล่ของผู้ฝึก(รูปที่ 6 ดูภาคผนวก ก) เพื่อลดภาระการแบกน้ำหนักอยู่กับที่ หลังจากจบเซทให้พักระหว่างเซท 3นาที ช่วง เวลา 16:00-18:00 ใช้เวลา 30 นาที

การทดสอบหลังการฝึก ผู้ฝึกสอน :นายเสกข์ศักย์ ธิตักดิ์ (ผู้วิจัย)

7.ทดสอบหลังการฝึก ด้วยวิธีเดียวกันกับการทดสอบก่อนการฝึก ช่วง เวลา 16:00-18:00 ใช้เวลา 30 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประโยชน์ในการเข้าร่วมวิจัยนี้

จะเป็นประโยชน์ทางวิชาการ คือ จะทำให้ทราบถึงรูปแบบการฝึกที่มีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา ซึ่งข้อมูลที่ได้รับจากการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์นักกีฬา ผู้ฝึกสอนกีฬา หรือผู้ที่สนใจสามารถนำไปศึกษาและวิเคราะห์ต่อเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความเป็นเลิศในทักษะทางการกีฬา

ความเสี่ยงหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้น

1.การบาดเจ็บอาจเกิดขึ้นจากการที่ผู้วิจัยไม่สามารถทำท่าทางการฝึกได้อย่างถูกต้อง

2.การหน้ามืด เป็นลม อาจเกิดขึ้นได้หากผู้วิจัยทำการกลั้นหายใจระหว่างการฝึก

การแก้ปัญหาและป้องกันความเสี่ยง

1. อบรมวิธีการทำท่าฝึกอย่างถูกต้องก่อนทำการฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการฝึกด้วยน้ำหนัก
2. แนะนำวิธีการหายใจอย่างถูกต้อง โดยหายใจออกตอนจังหวะขึ้น และหายใจเข้าในจังหวะลง ในท่าฮาล์ฟสควอทและท่ากระโดด

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดย**สมัครใจ** และสามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือ**ถอนตัว**จากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** การเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

ภายหลังจากที่ตอบแบบสอบถามเสร็จสิ้น ผู้ที่ไม่ผ่านการคัดเลือกผู้วิจัยขอมอบ ปากกา เพื่อเป็นของที่ระลึกให้กับท่านสำหรับการเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้

“หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 หรือ 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th”

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์

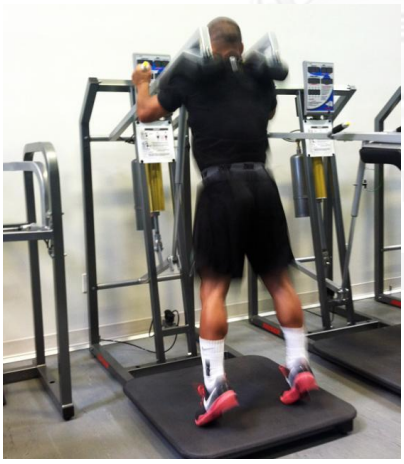
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ใบประชาสัมพันธ์

รับสมัครผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

"การเปรียบเทียบการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงกับแบบประเพณีนิยมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา"

เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในรูปแบบการกระโดดต่อเนื่อง และกระโดดสลับกับการพัก ด้วยเครื่องมือสร้างแรงต้านด้วยแรงดันอากาศ



คุณสมบัติเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมโครงการคือ

1.เป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-25 ปี เพศชาย

2.ไม่มีอาการเจ็บป่วยที่เป็นอุปสรรคต่อการฝึกด้วยแรงต้าน

3.สามารถเข้าร่วมทดสอบและฝึกวันละ 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ พุธ ศุกร์ ช่วงเวลา 16:00-18:00 เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ได้อย่างสม่ำเสมอ

4.ผ่านการทดสอบความแข็งแรงในท่าสควอท

ผู้ที่เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่านจะได้รับน้ำดื่ม 1 ขวด ในการเข้าร่วมการวิจัยในแต่ละครั้ง

ทั้งนี้ ผู้ที่ไม่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงในท่าสควอท จะได้รับของที่ระลึกเป็น ปากกา 1 ด้าม

ภาคผนวก ฉ.

หนังสือรับรอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่หนังสือรับ 03217
วันที่ 18 ธ.ค. 56 เวลา 15.43

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 โทร.0-2218-8147

ที่ จว 846/56 **วันที่** 17 ธันวาคม 2556

เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ตามที่นิสิต/บุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในการนี้ กรรมการผู้ทบทวนหลักได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

1.โครงการวิจัยที่ 138.1/56 เรื่อง ผลของการฝึกหนักสลับพักที่มีต่อความสามารถที่แสดงออกทางอนากาศนิยมและอากาศนิยมของนักกีฬาแบดมินตันเยาวชนชาย (EFFECTS OF HIGH-INTENSITY INTERMITTENT TRAINING ON ANAEROBIC AND AEROBIC PERFORMANCE IN YOUNG MALE BADMINTON PLAYERS) **ของ นายวรเมธ ประจงใจ**

2.โครงการวิจัยที่ 145.1/56 เรื่อง การเปรียบเทียบการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงกับแบบเดิมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา (A COMPARISON OF EFFECTS OF CLUSTER AND TRADITIONAL RESISTANCE TRAINING FOR IMPROVING LEG MUSCULAR POWER) **ของ นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์**

3.โครงการวิจัยที่ 152.1/56 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการโค้ชกับความสำเร็จในการแข่งขันของนักกีฬาเทควันโดหญิง (THE RELATIONSHIP BETWEEN COACHING BEHAVIORS AND SUCCESS OF TAKEWONDO COMPETITION IN FEMALE PLAYERS) **ของ ว่าที่ ร้อยตรีหญิง ดวงทิพย์ สวัสดีจันทร์**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เรียน ภญ.ปิ่น บำรุงกุล (ผศ.ดร.จิตติ อัฏโฐธรสกุล)
เพื่อโปรด
☑ ทราบและดำเนินการต่อไป
☐ พิจารณา
☐ ลงนาม
☐ อนุมัติ
ลงชื่อ ... 19 ธ.ค. 2556

เรียน คณบดี
มอบรองฯ ปิ่น
นส.ทัรณนต์ ลักษณ์ แจ้งผู้เกี่ยวข้องต่อไป.
20 ธ.ค.56

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
กรรมการและเลขานุการ
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
20 ธ.ค.56

AF 01-12

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ชั้น 4 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-8147 โทรสาร: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 202/2556

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 145.1/56 : การเปรียบเทียบการฝึกด้วยแรงด้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงกับแบบเดิมที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา

ผู้วิจัยหลัก : นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์

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 : 16 ธันวาคม 2556 **วันหมดอายุ** : 15 ธันวาคม 2557

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

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

เลขที่โครงการวิจัย 145.1/56
วันที่รับรอง 16 ธ.ค. 2556
วันหมดอายุ 15 ธ.ค. 2557

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 เมื่อโครงการวิจัย...*

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	:	นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์
วันเดือนปีเกิด	:	9 ตุลาคม 2529
สถานที่เกิด	:	จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ
ที่อยู่ปัจจุบัน	:	134/19 หมู่ 1 ถนนบางกรวย-ไทรน้อย ตำบลวัดชลอ อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี 11130
ประวัติการศึกษา:		สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2552 เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต แขนงวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University