การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก แตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา

นายศราวุฒิ คุณาธรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARATIVE STUDY OF TRAINING EFFECTS OF COMPLEX TRAINING WITH DIFFERENT INTERVAL RESTING BETWEEN WEIGHT TRAINING AND PLYOMETRIC TRAINING ON LEG MUSCULAR STRENGTH AND POWER

Mr. Sarawut Kunatham

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Sports Science

School of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา
โดย	นายศราวุฒิ คุณาธรรม
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

.... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม)

.... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถาวร กมุทศรี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศราวุฒิ คุณาธรรม : การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา. (A COMPARATIVE STUDY OF TRAINING EFFECTS OF COMPLEX TRAINING WITH DIFFERENT INTERVAL RESTING BETWEEN WEIGHT TRAINING AND PLYOMETRIC TRAINING ON LEG MUSCULAR STRENGTH AND POWER) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 101 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 36 คน อายุระหว่าง 18 – 22 ปี ซึ่งได้มาด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เริ่มฝึกพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา 2 สัปดาห์ (วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี) โดยทำการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสามกลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยแบ่งการฝึกออกเป็นสามกลุ่มดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้การเวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้การเวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้การเวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที โดยใช้เวลาในการฝึกทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ และทุกคนจะฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ และวันพฤหัสบดี) โดยจะทำการทดสอบ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่า ที (t-test) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว(One-way analysis of variance) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัยหลังการทดลอง 6 สัปดาห์พบว่า

1. การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที และการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที และการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว เพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชา..................วิทยาศาสตร์การกีฬา.............ลายมือชื่อนิสิต..

ปีการศึกษา..............2549..............................ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..

487 86135 39 MAJOR: SPORT PHYSIOLOGY

KEY WORD: COMPLEX TRAINING / WEIGHT TRAINING / PLYOMETRIC TRAINING / LEG MUSCULAR STRENGTH / LEG MUSCULAR POWER

SARAWUT KUNATHAM: A COMPARATIVE STUDY OF TRAINING EFFECTS OF COMPLEX TRAINING WITH DIFFERENT INTERVAL RESTING BETWEEN WEIGHT TRAINING AND PLYOMETRIC TRAINING ON LEG MUSCULAR STRENGTH AND POWER. THESIS ADVISOR: ASST. PROR. CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph. D., 101 pp.

The purpose of this research was to compare the effects of complex training with different interval resting between weight training and plyometric training on leg muscular strength and power. Thirty-six male subjects from the School of Sports Science, Chulalongkorn University (age: 18-22 years) were purposively sampled for this study. All subjects initially trained to improve muscular strength for two weeks (Monday and Thursday) by quarter squat weight training exercise. Then, they were divided into three groups (12 per group) based on simple random sampling method. In addition to the regular training program, the first experimental group had to undergo the course of complex training with < 30 second rest interval between weight training and plyometric training. The second experimental group had to undergo the course of complex training with 1-2 minute rest interval between weight training and plyometric training. The third experimental group had to undergo the course of complex training with 3-4 minute rest interval between weight training and plyometric training. The total duration of the intervention was six weeks and all subjects trained twice a week (Monday and Thursday). The data of leg muscular strength, leg muscular explosive power, leg power endurance of all groups were taken at pre and post exercise intervention. The obtained data were analyzed in terms of means and standard deviations, one way analysis of variance (ANOVA) were also employed for statistical significant ($p < 0.05$).

Research results after 6 weeks indicated that:

1. There were no significant differences on leg muscular strength (per kg. body weight), leg muscular explosive power and leg power endurance of all experimental groups.

2. All experimental groups significantly increased leg muscular strength (per kg. body weight), leg muscular explosive power and leg power endurance at the conclusion of the study when compared to the pre-experimental data.

Field of study....................Sports Science.................Student's signature ....

Academic year.................2006.............................Advisor's signature..........................

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยความเต็มใจ และช่วยสั่งสอนประสบการณ์ที่ดีมาโดยตลอด จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดรุณวรรณ สุขสม และนายพงษ์เอก สุขใส นายเฉลิมวุฒิ อาภานุกูล ซึ่งช่วยให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกเรื่องอุปกรณ์ นางสาวนวรัตน์ บรรเจิดธีรกุล ที่ช่วยด้านภาษาอังกฤษในการทำวิจัยในครั้งนี้ด้วยดีตลอดเวลาที่ผู้วิจัยขอคำปรึกษา และขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้สละเวลาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณนิสิตของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ด้วยดี ทั้งการเสียสละเวลา ความตรงต่อเวลา และความสม่ำเสมอในการทดลองซึ่งทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือทดสอบสมรรถภาพทางกายของผู้เข้ารับการทดลองและยังเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลองในครั้งนี้อย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเพื่อนๆพี่ๆนิสิตปริญญาโททุกท่านในรุ่นปี 2549 ที่ได้ให้กำลังใจ และคำแนะนำ ประสบการณ์ต่างๆในชีวิตที่หามิได้ ทำให้รู้สึกเหมือนกับเป็นครอบครัวเดียวกัน และจะไม่ลืมมิตรภาพที่ดีนี้ตลอดไป

ขอกราบขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นสถาบันอันทรงเกียรติที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ ความสามารถ และทำให้เกิดความรักในชาวจุฬาฯ และที่ลืมมิได้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อทัด คุณาธรรม คุณแม่อำภา ยะโอ๊ะ ที่ให้ความรักและเอาใจใส่เป็นอย่างดี คอยสนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย........ ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ........ จ

กิตติกรรมประกาศ........ ฉ

สารบัญ........ ช

สารบัญตาราง........ ฌ

สารบัญแผนภูมิ........ ฎ

บทที่ 1 บทนำ........ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา........ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย........ 7

สมมติฐานของการวิจัย........ 7

ขอบเขตของการวิจัย........ 7

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย........ 8

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย........ 8

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย........ 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง........ 10

ความรู้และความหมายเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกาย........ 10

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อและการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ........ 12

ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ........ 16

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา........ 17

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ........ 19

หลักการและระยะเวลาของการฝึก........ 30

การฝึกเชิงซ้อน........ 34

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย........ 41

กลุ่มตัวอย่าง........ 41

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย........ 42

รูปแบบของการวิจัย........ 44

หน้า

การวิเคราะห์ทางสถิติ.......... 44

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.......... 46

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.......... 62

สรุปผลการวิจัย.......... 62

อภิปรายผลการวิจัย.......... 63

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.......... 65

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.......... 66

รายการอ้างอิง.......... 67

ภาคผนวก.......... 73

ภาคผนวก ก.......... 74

ภาคผนวก ข.......... 77

ภาคผนวก ค.......... 80

ภาคผนวก ง.......... 88

ภาคผนวก จ.......... 90

ภาคผนวก ฉ.......... 92

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.......... 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของกล้ามเนื้อ…………... 14

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนครั้งของการยกกับความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม.............. 29

ตารางที่ 3 แสดงความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนครั้งเป้าหมายและ
จำนวนชุดที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้............................. 30

ตารางที่ 4 การใช้น้ำหนัก จังหวะในการยก ช่วงเวลาพัก และผลการฝึก............................... 33

ตารางที่ 5 แสดงโปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ที่ 1 – 6... 43

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง.......... 46

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนแบบทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทน
ของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อน
การทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3.................. 48

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนแบบทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทน
ของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวหลัง
การทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่ม
ทดลองที่ 3.. 50

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อน โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที.................. 52

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อน โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที.......................... 54

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อน โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที.......................... 56

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 แสดงขั้นตอนการวิจัย.. 45

แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อน โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อน โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาทีก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์............. 58

แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อน โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์........... 59

แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่าง การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อน โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์........... 60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายของการฝึกความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาก็เพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแรงที่กระทำต่อคู่ต่อสู้หรืออุปกรณ์ในจังหวะที่เหมาะสมและทิศทางที่ถูกต้อง หลักสำคัญของการใช้ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ คือ จะต้องใช้แรงอย่างถูกหลักในแต่ละชนิดกีฬา เมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก็เปรียบเสมือนนักกีฬาที่มีกำลังสำรองไว้ในตัว สามารถนำออกมาใช้หรือเล่นกีฬาได้โดยออกแรงน้อยลงในกิจกรรมปกติและยังคงมีกำลังเหลือที่จะใช้ในกิจกรรมต่อไป (Dintiman,Ward and Tellez, 1997) ในขณะที่แมนนิง ดูลี-แมนนิง และเพอร์ริน (Manning, Dooly-Manning and Perrin, 1988) ให้ความเห็นว่า องค์ประกอบที่สำคัญที่สุดต่อการประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาก็คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากในลักษณะแรงระเบิด (Explosive force) ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นในลักษณะที่กล้ามเนื้อเกิดแรงตึง (Tension) ในปริมาณที่มากได้อย่างรวดเร็ว และในท้ายที่สุดก็จะเกิดการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูง ซึ่งหมายถึงพลังกล้ามเนื้อนั่นเอง สอดคล้องกับ นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ที่ได้ให้ความเห็นว่า การทำงานในลักษณะแรงระเบิดของกล้ามเนื้อนั้นเป็นสิ่งจำเป็นในนักกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวต่างๆ ได้แก่ การทุ่ม การพุ่ง การขว้าง การกระโดด และการตี นอกจากนั้นยังจำเป็นในขณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว หรือในขณะที่มีการเร่งความเร็วที่เกิดขึ้นในกีฬาต่างๆ ได้แก่ ฟุตบอล บาสเกตบอล เบสบอล และยิมนาสติก เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนไหวต่างๆเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาแต่ละคน องค์ประกอบของการเกิดพลังกล้ามเนื้อ ได้แก่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ จึงมีการคิดค้นการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) ซึ่งเป็นการฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) และหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ด้วยความเร็วที่กำหนด โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) ซึ่งเป็นการฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) อย่างรวดเร็ว แล้วตามด้วยหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างรวดเร็วในทันที โดยไม่ใช้น้ำหนักจากภายนอก เพื่อพัฒนาความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

วิลสัน (Wilson, 1994) ได้รายงานว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength) มีความสำคัญต่อพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างยิ่ง และจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมาก เพราะถ้าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อย ก็จะไม่มีประโยชน์มากนักในการจะพัฒนากล้ามเนื้อนั้นให้ออกแรงได้รวดเร็ว แต่ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งกว่านั้นจะเห็นว่า ความแข็งแรงสูงสุดนั้นเป็นการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยอัตราความเร็วต่ำ ซึ่งเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งที่สนับสนุนให้เกิดพลังระเบิด (Explosive power) การเคลื่อนไหวในลักษณะพลังระเบิดนี้เป็นการเคลื่อนไหวโดยเริ่มจากอัตราความเร็วเป็นศูนย์หรือจากอัตราความเร็วต่ำ ดังนั้นความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อจึงมีส่วนช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในระยะเริ่มต้นของการเคลื่อนไหวเท่านั้น

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพัฒนาได้โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ส่วนพลังกล้ามเนื้อนั้นพัฒนาได้โดยทั้งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก ฉะนั้นจำเป็นต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นพื้นฐาน ดังนั้นการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก จึงมีความสัมพันธ์กันดังที่เอบเบนและวัตต์ (Ebben and Watts, 1998) ได้สรุปว่า การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการเตรียมตัวก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อลดโอกาสของการบาดเจ็บ พัฒนาความแข็งแรงพื้นฐาน และเตรียมระบบกล้ามเนื้อ และโครงกระดูก (Musculoskeletal system) ให้รับแรงกระแทกที่หนักได้ ด้วยเหตุนี้ในโปรแกรมการฝึกสำหรับประเภทที่จำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อมาก จึงต้องมีทั้งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก แต่เนื่องจากต่างก็เป็นกิจกรรมที่หนักจึงไม่นิยมนำมาฝึกในวันเดียวกัน ดังนั้นในโปรแกรมการฝึกของแต่ละสัปดาห์ จึงประกอบไปด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างสมรรถภาพทางกายเป็นส่วนใหญ่ ทำให้กล้ามเนื้อมีระยะเวลาในการฟื้นตัวไม่เพียงพอจนเป็นสาเหตุให้มีโอกาสของการบาดเจ็บเพิ่มขึ้นและการทำงานของกล้ามเนื้อไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้กล่าวว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกต่างก็มีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อดังนั้นในระยะหลังๆที่ผ่านมานี้ จึงมีการวิจัยเกี่ยวกับการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งสรุปได้ว่ามีสามรูปแบบดังนี้

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก (Combined plyometric training and weight training)

เป็นการรวมกันในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักในวันเดียวกัน หรือรวมกันในลักษณะฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อนแล้วตามด้วยฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกในวันเดียวกัน หรือรวมกันในลักษณะฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกคนละวันกับฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการรวมกันในลักษณะใดก็ตาม ผลการวิจัยพบว่ามีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว การรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก จึงเปรียบเสมือนการรวมพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วย

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้ำหนักและพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน ถึงแม้จะไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบว่า การฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อนหรือการฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนจะมีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มมากกว่า แต่ในการวิจัยส่วนใหญ่นั้นมักจะให้ฝึกตามโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยฝึกตามโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักในวันเดียวกัน โดยอาศัยแนวคิดที่ว่า การฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องฝึกในขณะที่กล้ามเนื้อมีความสดชื่น (Fresh) และไม่มีอาการเมื่อยล้า (Fatigue) การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักนี้ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้ทั้งกล้ามเนื้อส่วนบนและกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย

การใช้โปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกหรือใช้โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักนั้น ความเมื่อยล้าที่เกิดจากโปรแกรมที่ฝึกก่อนจะมีผลกระทบต่อโปรแกรมที่ฝึกหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้โปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อน ทั้งนี้โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกที่ฝึกหลัง จะต้องปฏิบัติด้วยความรวดเร็วโดยที่กล้ามเนื้อไม่อยู่ในสภาวะเมื่อยล้า

2. การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Plyometric training with weight)

เป็นการรวมกันในลักษณะที่เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปโดยการแบกน้ำหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว และยังได้เรียกวิธีฝึกแบบนี้ว่า การฝึกแบบพลังสูงสุด (Maximal power training)

3. การฝึกเชิงซ้อน (Complex training)

เป็นการรวมกันโดยฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเพื่อระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักให้ใช้การฝึกพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดด้วยท่าที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรกแล้ว และสามารถนำทักษะการเคลื่อนไหวของกีฬาต่างๆมาฝึกในลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อใช้พลังกล้ามเนื้อที่พัฒนาขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อนในการเล่นกีฬาได้ทันที ดังนั้นในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้น โปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงและสามารถนำไปใช้ในภาวะของการเคลื่อนไหวจริงกับชนิดกีฬานั้นๆได้ โดยใช้ท่าการฝึกที่ใกล้เคียงหรือเลียนแบบกับทักษะกีฬาประเภทนั้นๆให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากการเปรียบเทียบการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อน พบว่ามีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วย

น้ำหนัก การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุด มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

ในส่วนของระบบพลังงาน เฟล็ค และเครเมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987) ได้กล่าวว่า แหล่งพลังงานสุดท้ายที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อคือ เอทีพี (Adenosine triphosphate or ATP) และแหล่งพลังงานแบ่งออกเป็นสามชนิดคือ ชนิดที่หนึ่ง แหล่งพลังงานเอทีพี-พีซี (ATP-PC energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อและพร้อมที่จะให้พลังงานได้ในทันทีและไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงาน จึงเรียกว่าเป็นแหล่งพลังงานแอนแอโรบิก (Anaerobic source of energy) แต่ปริมาณของเอทีพีที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้นมีปริมาณที่จำกัด ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้จึงจำกัดไปด้วย ซึ่งสามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาทีหรือน้อยกว่า แต่มีสิ่งที่เป็นข้อได้เปรียบจากแหล่งพลังงานนี้คือ สามารถนำพลังงานมาใช้ได้ในทันที และพลังงานนั้นเกิดขึ้นในปริมาณที่มากและในเวลาที่รวดเร็ว ดังนั้นแหล่งพลังงานนี้จึงใช้ในรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาต่างๆ

ในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซีนั้นจะใช้ในสถานการณ์ที่นักกีฬาต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว หรือออกแรงอย่างมากในเวลาอันสั้น เอทีพี - พีซีก็จะหมดไป และเมื่อมีการหยุดพักก็จะมีการสะสมเอทีพี - พีซีไว้ในกล้ามเนื้ออีก ตามระยะเวลาดังนี้

20	วินาทีจะสะสมเอทีพี - พีซีได้	50%
40	วินาทีจะสะสมเอทีพี - พีซีได้	75%
60	วินาทีจะสะสมเอทีพี - พีซีได้	87%
3-4	นาทีจะสะสมเอทีพี - พีซีได้	100%

ชนิดที่สองแหล่งพลังงานกรดแลคติก (Latic acid energy source) คาร์โบไฮเดรตจะถูกสะสมไว้ในกล้ามเนื้อในรูปของกลัยโคเจน (Glycogen) กลัยโคเจนประกอบไปด้วยโมเลกุลของน้ำตาลที่เรียกว่า กลูโคส (Glucose) เมื่อโมเลกุลของกลูโคสแบ่งตัวออกเป็นสองส่วน ทำให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่า ไพรูเวท (Pyruvate) และพลังงานที่ปล่อยออกมาจากโมเลกุลของกลูโคสแต่ละโมเลกุลจะได้สองเอทีพี ส่วนไพรูเวทจะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติก กระบวนการนี้ไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา และเรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า แอนแอโรบิกกลัยโคลัยซีส (Anaerobic glycolysis)

กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซีสนี้ จะถูกสะสมไว้ในเลือดและกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลข้างเคียงตามมาก็คือ ถ้ากรดแลคติกเกิดขึ้นมาก ก็จะมีผลต่อจุดเชื่อมระหว่างเส้นประสาทกับเส้นใยกล้ามเนื้อที่เป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวดคล้ายถูกเข็มแทง ในขณะเดียวกันภายในเซลล์กล้ามเนื้อจะมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเป็นการรบกวนกระบวนการทางเคมีภายในเซลล์ รวมทั้งกระบวนการผลิตเอทีพีอีกด้วย ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้จึงมีความจำกัดอันเนื่องมาจากผลข้างเคียงของกรดแลคติกดังกล่าว

อย่างไรก็ตามพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานกรดแลคติกนี้ มีปริมาณมากกว่าที่ได้จากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี แต่ก็ไม่สามารถให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อในปริมาณที่มากและในเวลาที่รวดเร็วเหมือนกับแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี ดังนั้น แหล่งพลังงานกรดแลคติกจึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้เวลาประมาณ 1 – 3 นาที

ชนิดที่สามแหล่งพลังงานออกซิเจน (Oxygen energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการผลิตเอทีพี มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แหล่งพลังงานแอโรบิก (Aerobic energy source) แหล่งพลังงานนี้เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและไขมัน โดยปกติในขณะพักนั้น ปริมาณเอทีพีทั้งหมดที่ร่างกายต้องการจะได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันประมาณสองในสาม และได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทประมาณหนึ่งในสาม เมื่อมีการออกกำลังกายจะมีการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มีการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันลดลงเรื่อยๆเช่นกัน

การเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทโดยใช้ออกซิเจนนี้เริ่มต้นเหมือนกับกระบวนการแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซีส แต่เนื่องจากมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ สารประกอบไพรูเวทที่เกิดขึ้นจึงไม่เปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติก แต่จะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า วงจรเครีบ (Kreb’s cycle) และการขนส่งอิเล็คตรอน (Eletron transport) ในขั้นสุดท้ายจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) น้ำ และเอทีพี ซึ่งกลัยโคเจนหนึ่งโมเลกุลจะได้ 39 เอทีพี ส่วนการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันจะแตกต่างออกไป โดยจะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า เบตา ออกซิเดชัน (Beta oxidation) และเข้าสู่วงจรเครีบโดยตรง ในขั้นสุดท้ายจะได้ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเอทีพี เช่นเดียวกัน

ปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายได้รับและปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไปจะใช้เป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอีกสองชนิดแล้ว แหล่งพลังงานออกซิเจนจะให้พลังงานได้ช้าที่สุด ดังนั้นแหล่งพลังงานออกซิเจน จึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้ระยะเวลานาน ที่มีความหนักในระดับต่ำและปริมาณที่ไม่จำกัดตราบเท่าที่ยังมีอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและอาหารประเภทไขมันในร่างกาย

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนขึ้นมากมาย ซึ่งการนำโปรแกรมฝึกเชิงซ้อนมาใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนับว่ามีความสำคัญโดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงในลักษณะแรงระเบิดและมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะนั้นๆให้มากที่สุด เมื่อกล้ามเนื้อได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใด ก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพต่อผลของการฝึกในกีฬานั้นๆมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมา พบว่า ปัจจุบันได้มีการนำเอาโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนมาใช้ให้เกิดประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย โดยที่ฝึกด้วยน้ำหนักแล้วต่อด้วยฝึกพลัยโอเมตริกให้กับนักกีฬาที่จำเป็นต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณกล้ามเนื้อขา นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อมีความจำเป็นต่อกีฬาหลายประเภท ซึ่งจากการศึกษาพบว่าโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนมีประโยชน์ต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมากที่สุด

เอบเบน และวัตต์ (Ebben and Watts, 1998) ได้กล่าวว่า ในการฝึกเชิงซ้อนนั้นต้องฝึกด้วยน้ำหนักก่อน เพื่อเพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทให้มีการระดมหน่วยยนต์ได้เป็นจำนวนมากแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีก็จะทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อได้มากขึ้น โดยการฝึกดังกล่าวนี้จะใช้เวลาพักหลังจากที่สิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีภายในเวลาไม่เกิน 30 วินาที เพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามในการศึกษาต่อมาพบว่า การฝึกเชิงซ้อนที่มีการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยฝึกพลัยโอเมตริกเกือบทันทีนั้น ไม่เป็นประโยชน์ต่อความสามารถในการฝึกพลัยโอเมตริก และในเวลาต่อมา เอบเบน (Ebben, 2002) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถอาจต้องการเวลาพักระหว่างชุดของการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนการฝึกพลัยโอเมตริก 3-4 นาที และใช้ความหนักในระดับสูง ในขณะที่ เจนเซ็น และเอบเบน (Jensen and Ebben, 2003) ได้ศึกษาเรื่องการฝึกเชิงซ้อนโดยมีระยะพักที่มีผลต่อการกระโดดในแนวดิ่ง ทำท่าแบกน้ำหนักย่อเข่าให้เป็นมุมฉากโดยใช้น้ำหนักที่ทำได้ไม่เกิน 5 ครั้ง แล้วจึงพักเป็นเวลา 10 วินาที 1 นาที 2 นาที 3 นาที และ 4 นาที ตามลำดับ หลังจากพักแล้วให้ย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Counter movement jump) ทันที ผลที่ได้ไม่พบการเพิ่มขึ้นของพลังการกระโดด และพลังการกระโดดจะลดลงหลังจากที่กระโดดทันทีหลังการยกน้ำหนัก ข้อสรุปดังกล่าวนี้ทำให้มีคำถามมากมายเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการฝึกเชิงซ้อนและความเหมาะสมของการพักช่วงสั้นๆ ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอ

ด้วยเหตุนี้ เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกที่แตกต่างกันเป็นตัวแปรสำคัญในการฝึกเชิงซ้อน เพราะช่วงเวลาพักที่สั้นระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกอาจจะมีข้อได้เปรียบในเรื่องของการกระตุ้นที่สูงจากการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แต่ในทางกลับกันการมีช่วงพักที่นานขึ้นมีส่วนช่วยในการสะสมเอทีพี - พีซีไว้ในกล้ามเนื้อ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจนำการฝึกเชิงซ้อนไปใช้กับนักกีฬาที่ต้องการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันมีผลต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาในนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรทดลอง มีหนึ่งตัวแปร คือ โปรแกรมการฝึก ประกอบด้วย

2.1.1 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที

2.1.2 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1-2 นาที

2.1.3 โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3-4 นาที

2.2 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย

2.2.1 นิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 อายุ เฉพาะผู้ที่มีอายุระหว่าง 18-22 ปี

2.2.3 ความแข็งแรงพื้นฐานของกล้ามเนื้อขา ต้องสามารถแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา (Quarter squat) แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น (Heel raise) ได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

2.3.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular strength)

2.3.2 พลังกล้ามเนื้อขา (Leg muscular power)

- พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular explosive power)
- พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular power endurance)

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจและมีข้อตกลงเบื้องต้นกับนิสิตในกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มถึงโปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาที่มีการฝึกสัปดาห์ละสองครั้งคือ ในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี โดยกำหนดให้ฝึกตามโปรแกรมฝึกเชิงซ้อนของแต่ละกลุ่ม และได้มีการขอร้องไม่ให้ฝึกเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากโปรแกรมฝึกดังกล่าว ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมกิจกรรมตามปกติของนิสิตได้ จึงถือว่าการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา เป็นผลมาจากโปรแกรมฝึกเท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) หมายถึง วิธีการฝึกชนิดหนึ่งที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้กระบวนการสองขั้น คือขั้นที่หนึ่งใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเพื่อระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และในขั้นที่สองใช้การฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้ท่าฝึกที่เสมอเหมือนกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักในขั้นแรก

การฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) และหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ด้วยความเร็วที่กำหนด โดยใช้น้ำหนักจากภายนอก ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา (Quarter squat) แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น (Heel raise)

การฝึกพลัยโอเมตริก (Plyometric training) หมายถึง การฝึกกล้ามเนื้อให้หดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) อย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างรวดเร็วในทันที โดยไม่ใช้น้ำหนักจากภายนอก ในการวิจัยครั้งนี้ใช้

ท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา(Quarter squat) แล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวดิ่ง โดยใช้มือทั้งสองข้างเท้าเอวไว้

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงได้มากที่สุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อหนึ่งครั้ง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา (Quarter squat) แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น (Heel raise)

พลังกล้ามเนื้อขา (Leg muscular power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วทำให้เกิดงานในระดับสูง ในการวิจัยครั้งนี้มีการศึกษาถึงพลังกล้ามเนื้อขาสองลักษณะคือ พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular explosive power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้พลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง จากท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา (Quarter squat) มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา (Leg muscular power endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงต่อเนื่องได้มากอย่างรวดเร็ว ในการวิจัยครั้งนี้ใช้พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งเป็นเวลา 30 วินาที จากท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา (Quarter squat) มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. มีโปรแกรมฝึกเชิงซ้อนเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา
2. ผู้ฝึกสอนสามารถนำโปรแกรมฝึกเชิงซ้อนไปใช้ฝึกกับนักกีฬาต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง**การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา** จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

1. ความรู้และความหมายเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกาย
2. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ และการพัฒนากล้ามเนื้อ
3. ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ
4. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา
5. แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ
6. หลักการและระยะเวลาของการฝึก
7. วิธีการฝึกเชิงซ้อน

ความรู้และความหมายเกี่ยวกับสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งสำคัญในการออกกำลังกาย การแข่งขันกีฬาหลายประเภท รวมทั้งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การฝึกสมรรถภาพทางกายมีหลายรูปแบบเพื่อที่จะช่วยพัฒนาความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่สำคัญในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา เพื่อที่จะทำให้สมรรถภาพทางกายเกิดการพัฒนา และสามารถทำให้มนุษย์ประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันสำเร็จได้อย่างดี และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

พิชิต ภูติจันทร์ (2535) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย คือ ความสามารถของร่างกายในการที่จะปฏิบัติหน้าที่ประจำวันในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีความเหน็ดเหนื่อยอ่อนแอจนเกินไป สามารถสงวน และถนอมกำลังไว้ใช้ในยามฉุกเฉิน และเวลาว่างเพื่อความสนุกสนานและความบันเทิงในชีวิตของตนเองด้วย

สุชาติ โสมประยูร (2535) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่เกิดความเมื่อยล้าอ่อนเพลีย ทั้งนี้มิได้หมายความว่าร่างกายมีความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อและระบบต่างๆ

ของร่างกายทำงานประสานกันได้อย่างดีเท่านั้นแต่ยังรวมถึงร่างกายต้องมีสุขภาพดี สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและมีพลังความแข็งแรงเหลือพอที่จะประกอบกิจกรรมพิเศษ หรือกิจกรรมที่ต้องทำในกรณีฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

ธีรวิทย์ ชีตะลักษณ์ (2546) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง สภาพร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างราบรื่น มีความสุข ด้วยการปราศจากโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย ตลอดจนการมีสุขภาพที่ดี

โฮเจอร์(Hoeger, 1989) ได้แบ่งสมรรถภาพทางกายออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. องค์ประกอบเพื่อสุขภาพ (Health - related physical fitness) มี 4 องค์ประกอบดังนี้

1.1 ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance)

1.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ(Muscular strength and endurance)

1.3 ความอ่อนตัว (Flexibility)

1.4 ความสมส่วนของร่างกาย (Body composition)

2. องค์ประกอบที่เกี่ยงข้องกับการมีทักษะที่ดี (Skill-related physical fitness) องค์ประกอบต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับสมรรถภาพทางกายที่ส่งผลให้นักกีฬาประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย

2.1 ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance)

2.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance)

2.3 ความอ่อนตัว (Flexibility)

2.4 ความสมส่วนของร่างกาย (Body composition)

2.5 ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)

2.6 ความสมดุลของร่างกาย (Balance)

2.7 การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination)

2.8 พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power)

2.9 ปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time)

2.10 ความเร็ว (Speed)

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง การที่ร่างกายมีความแข็งแรง และสามารถประกอบกิจกรรมต่างๆ ได้เป็นระยะเวลานานๆติดต่อกัน และผลที่ได้มีประสิทธิภาพสูง โดยไม่เกิดความเหนื่อยล้าเกินไปและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข และมีสุขภาพร่างกายที่ดี

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อและการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพทางกายอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งแต่ละคนจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของตน และแต่ละคนจะมีขีดความสามารถไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการฝึกฝน และพันธุ์กรรมของแต่ละคนที่ได้รับมา รวมทั้งความจำเป็นที่จะต้องใช้ร่างกายมากน้อยในการดำเนินชีวิตประจำวัน สำหรับคนที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อก็จะทำให้มีพลังกล้ามเนื้อที่ดีกว่าคนที่ไม่ได้รับการฝึก โดยพลังกล้ามเนื้อเป็นผลของความแข็งแรง และความเร็ว ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะที่สามารถบอกถึงความเปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างชัดเจนมากที่สุดด้านหนึ่ง พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากการประสมประสานกันที่เหมาะสมของแรงสูงสุดที่แสดงออกมาด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้ พลังอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ถ้าองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรง และความเร็วเปลี่ยนแปลงไป และในทางตรงข้ามการเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจำเป็นที่จะต้องเพิ่มทั้งความแข็งแรงและความเร็ว คือเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพราะเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อมีความแข็งแรง ส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อมีความเร็วในการหดตัวมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อจะต้องพัฒนาในส่วนของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วไปพร้อมกันด้วย

ความหมายของพลังกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูง และทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

วิค และคณะ (Wilk and others, 1993) กล่าวว่า พลังของกล้ามเนื้อ คือการเพิ่มศักยภาพของนักกีฬา โดยมีพื้นฐานอยู่ที่ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำการหดตัวให้เกิดแรงสูงสุดภายในระยะเวลาสั้นที่สุด นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญ คือ ความแข็งแรง และความเร็วที่จะส่งผลให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อยังมีปัจจัยเสริมอีก 3 ประการ คือ การอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อมการประสานงานกันที่ดีระหว่างประสาทกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหว และประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ

โอ’เช (O’Shea, 2000) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อ หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ข้อได้เปรียบของการมีพลังกล้ามเนื้อก็คือ ความสามารถในการเร่งความเร็ว นักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อสูงจะสามารถวิ่งได้เร็วกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ความสามารถในการเร่งความเร็ว เป็นความสามารถในการเปลี่ยนความเร็วได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการแข่งขันกีฬา เมื่อนักกีฬามีองค์ประกอบทางด้านความสามารถอื่นเท่ากันหมด พลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะเป็นผู้ชนะ พลังกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อ ที่ทำให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive muscular power) หมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการออกแรงเต็มที่ของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง โดยปัจจัยที่จะทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อมากที่สุดนั้นจะต้องใช้ระยะเวลาในการออกแรงสั้นๆ

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ หมายถึง การที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการแสดงความสามารถในกิจกรรมที่ต้องการการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุด ในขณะที่พยายามออกแรงเพื่อจะให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อมากที่สุดนั้น จะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรง และเร่งความเร็วในระยะเวลาอันสั้น

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้เสนอแนะการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้นจะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strengthl)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strengthl)
3. อัตราพัฒนาแรง (Rate of force developmentf)
4. วงจรเหยียดตัวออก - หดตัวสั้นลง (Stretch – shortening cycle)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่รวมการทำงาน และทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination)

องค์ประกอบทั้งห้า ประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้นยุทธวิธีของการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่างๆเข้าด้วยกัน ไม่ใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว

ในการพัฒนากล้ามเนื้อของคนที่ยังไม่เคยฝึกมาก่อน การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงจะให้ประโยชน์มากกว่าในคน หรือนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้ว

ชู (Chu, 1996) กล่าวว่า ในร่างกายมนุษย์มีเส้นใยอยู่สองชนิด ชนิดที่หนึ่งคือ เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แบ่งออกเป็นชนิด Type IIa และชนิด Type IIb ซึ่งสามารถออกแรงสูงสุดได้ในระยะเวลาสั้น เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ ความแตกต่างของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้คือ ชนิด Type IIa มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด Type IIb มีความเร็วในการหดตัวมากกว่า ซึ่งชนิด Type IIb จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้วชนิด Type IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป ชนิดที่สองคือ เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เรียกว่า ชนิด Type I ซึ่งสามารถออกแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลานาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ออกซิเจน นอกจากนี้ยังมีเส้นใยที่กล้ามเนื้อชนิด Type IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะช่วยให้สามารถเคลื่อนไหวได้อย่าง

รวดเร็ว และในลักษณะแรงระเบิด ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคง และท่าทางในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวใดๆ ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของกล้ามเนื้อ

คุณลักษณะ	ชนิดหดตัวช้า	ชนิดหดตัวเร็วแบบ บี	ชนิดหดตัวเร็วแบบ เอ
สีของเส้นใย	แดงเข้ม	สีแดง	สีขาว
ระบบพลังงาน	เผาผลาญแบบใช้ออกซิเจน	เผาผลาญแบบไม่ใช้ออกซิเจน	ทั้งสองแบบ
กระบวนการเผาผลาญ	สลายฟอสเฟสโดยออกซิเจน	สลายไกลโคเจน	ทั้งสองระบบ
การหดตัว	หดตัวช้าแต่ทำต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน	หดตัวได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาไม่นาน	หดตัวได้รวดเร็ว และทนทาน
ลักษณะของกิจกรรม	กิจกรรมไม่หนักมากและเป็นกิจกรรมที่ทำเป็นเวลานาน	กิจกรรมที่ใช้ความแรงและความรวดเร็วเพียงช่วงเวลาสั้นๆ	กิจกรรมที่หนักใช้ความรวดเร็ว และเวลานาน

โอ’เช (O’Shea, 2000) ได้ให้ข้อเสนอว่า ในการพัฒนาความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น จะต้องใช้ท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา (Athletic-type) ได้แก่ ท่าเพาเวอร์สแนช (Power snatch) ท่าเพาเวอร์คลีน (Power clean) ท่าพูล (Pulls) และท่าแบกน้ำหนักย่อตัว (Squat) ซึ่งล้วนเป็นท่าฝึกที่ใช้การยืนเป็นอิสระ และใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการยก คุณค่าของการใช้ท่าเหล่านี้คือ ความสามารถที่จะเลียนแบบการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่และแรงระเบิดที่ต้องการเมื่อมีการ ขี่จักรยาน วิ่ง ว่ายน้ำ กระโดด ทุ่ม พุ่ง ขว้าง ตี และ การแทค (Tacking) โดยที่กล้ามเนื้อออกแรงในปริมาณที่เหมาะสมตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามระยะทางและเวลาที่ต้องการของกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกในรูปแบบของกีฬานี้จะพัฒนาระบบประสาทสรีรวิทยา (Neurophysiologic system) และระบบประสาทจิตวิทยา (Neuropsychological system) ซึ่งหาไม่ได้จากการฝึกเพาะกาย หรือการฝึกโดยใช้เครื่องมือฝึกด้วยน้ำหนักทั่วๆไป

นอกจากนั้นยังได้แบ่งเส้นใยกล้ามเนื้อออกเป็น สามกลุ่มด้วยกัน คือ

1. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ (Slow-twitch oxidative)
2. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟ (Fast-twitch oxidative) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่อดทนต่อความเมื่อยล้า (Fast-twitch fatique resistant)
3. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก (Fast-twitch glycolytic) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่เมื่อยล้าได้ง่าย (Fast-twitch fatigable)

ฮัยดอค (Hydock, 2001) ได้เสนอแนะว่า การพัฒนาพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ และพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ สามารถใช้ท่ายกน้ำหนักมาเป็นท่าฝึกได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้จะต้องยกด้วยความเร็วสูง

คาร์พ (Karp, 2001) ได้ให้ความเห็นว่า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานก่อนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าในขณะที่กล้ามเนื้อทำงานอย่างรวดเร็ว เมื่อการทำงานอย่างรวดเร็วเกิดขึ้นการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะต้องทำงานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงเท่านั้น

เบเกอร์ (Baker, 2001) กล่าวว่า “ความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีสองลักษณะคือ”

1. จำนวนครั้งที่ยกได้มากที่สุด (Repetition maximum)
2. เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดหนึ่งครั้ง (% of 1 RM)

ส่วนความหนักที่ใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อก็อาจใช้ในลักษณะเปอร์เซ็นต์ของพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุด ดังนั้นความหนักที่ใช้ในการฝึกก็คือ ความหนักที่ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อได้ใกล้เคียงกับพลังกล้ามเนื้อที่ทำได้สูงสุด

ในการฝึกโดยใช้แรงต้านที่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกเชิงซ้อนนั้น จะทำให้นักกีฬามีพลังของกล้ามเนื้อและความมั่นคงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการบาดเจ็บอีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ

เฟล็ค และเครเมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987) ได้กล่าวว่า แหล่งพลังงานสุดท้ายที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อคือ เอทีพี (Adenosine triphosphate molecule or ATP) และแหล่งพลังงานแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

ชนิดที่หนึ่ง เป็นแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี (ATP-PC energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ และพร้อมที่จะให้พลังงานได้ในทันที เป็นแหล่งพลังงานที่ไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานจึงเรียกว่า แหล่งพลังงานแอนแอโรบิก (Anaerobic source of energy) แต่ปริมาณของเอทีพีที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้นมีปริมาณที่จำกัด ดังนั้นพลังงานที่ได้จึงจำกัดไปด้วย ซึ่งสามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาที หรือน้อยกว่า เมื่อต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว หรือออกแรงอย่างมากในเวลาอันสั้น และเมื่อมีการหยุดพักก็จะมีการสะสมเอทีพี - พีซีไว้ในกล้ามเนื้ออีก

ซึ่งสอดคล้องกับ ฟอกซ์ และคณะ (Fox et al., 1989) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อ มีความจำเป็นสำหรับการฟื้นฟูระบบฟอสเฟต (Recovery of the phosphagen system) ในความเป็นจริง การฟื้นฟูอาจสมบูรณ์ได้ 70% หลังจากการพัก 30 วินาที และ เกือบ 100% ภายใน 3-5 นาที

ชนิดที่สองแหล่งพลังงานกรดแลคติก (Lactic acid energy source) เป็นพลังงานที่ได้จากคาร์โบไฮเดรทที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อในรูปของกลัยโคเจน ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลที่เรียกว่า กูลโคส เป็นกระบวนการให้พลังงานโดยไม่ต้องการออกซิเจนในการปล่อยพลังงาน ผลเสียของกระบวนการนี้ คือถ้าเกิดกรดแลคติกมากจะทำให้เป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวด และเป็นตะคริว

พลังงานที่ได้จากกรดแลคติกนี้มีปริมาณมากกว่าที่ได้จากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี แต่ไม่สามารถให้พลังงานแก่กล้ามเนื้อในปริมาณที่มากในเวลาที่รวดเร็วเหมือนแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซีได้ ดังนั้นแหล่งพลังงานกรดแลคติกจึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ที่ใช้เวลาประมาณ 1-3 นาที เรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า แอนแอโรบิกกลัยโคลัยซีส (Anaerobic glycolysis)

ชนิดที่สามแหล่งพลังงานออกซิเจน (Oxygen energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการผลิตเอทีพี มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า แหล่งพลังงานแอโรบิก แหล่งพลังงานที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและไขมัน โดยปกติในขณะพักนั้นปริมาณเอทีพีทั้งหมดที่ร่างกายต้องการนั้นจะได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันประมาณสองในสามและได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทประมาณหนึ่งในสาม เมื่อมีการออกกำลังกายจะมีการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในขณะที่มีการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันลดลงเรื่อยๆเช่นกัน

แหล่งพลังงานนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายได้รับและปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอีกสองชนิดแล้ว แหล่งพลังงานออกซิเจนจะให้พลังงานช้าที่สุด ดังนั้นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ที่ใช้ระยะเวลานานๆ และมีความหนักในระดับต่ำ

ซึ่งรูปแบบของพลังงานกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการวิจัยนี้ เป็นการทดงานของกล้ามเนื้ออย่างแรงและรวดเร็ว ทั้งในลักษณะเป็นพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี เป็นหลัก

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่างๆของขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

กล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส (Gluteus maximus)

- กล้ามเนื้อแอ็คดัคเทอะ แมกนัส (Adductor magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus)
- กล้ามเนื้อเซมีเทนดิโนซัส (Semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกลูเทียส มีเดียส (Gluteus medius)
- กล้ามเนื้อควอดราทัส ฟีมอรีส (Quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดหัวเข่า

- กล้ามเนื้อควอไดรเซพซ์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอะ ฟาสเซีย ลาทีส (Tensor fasciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า

- กล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส (Gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอะ ฮอลลูซีส ลองกัส (Flexor hullucis longus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอะ ดิจิทอรัม ลองกัส (Flexor digitorum longus)
- กล้ามเนื้อทีเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus brevis)

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่า ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก มีกล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือการเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัว ในขณะวิ่ง และในขณะกระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า มีกล้ามเนื้อควอไดเซพซ์ ฟีมอริส เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุด มีหน้าที่เหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ เรคทัส ฟีมอริส กล้ามเนื้อวาสทัส มีเดียลิส กล้ามเนื้อวาสทัส เลทเทอราลิส และกล้ามเนื้อวาสทัส อินเตอร์มีเดียส โดยที่กล้ามเนื้อเรคทัส ฟีมอริส ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ และนอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้ว ยังทำหน้าที่เหยียดสะโพกอีกด้วย ส่วนใหญ่กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้นมีกล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกข้อเท้าให้พ้นพื้น ได้แก่ ในขณะวิ่ง และในขณะกระโดด

จากข้อสรุปของไวเนค จะเห็นได้ว่า ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งนั้น จะต้องพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเหล่านี้ จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานได้

พลังกล้ามเนื้อขาทั้งหมดที่ใช้ในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งนั้น มาจาก

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

ดังนั้นจึงเป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสมกับท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกและกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา จะต้องใช้ท่าฝึกที่ทำให้กล้ามเนื้อ และข้อต่อหลายๆส่วนทำงานต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งต้องการทำให้กล้ามเนื้อแต่ละมัดได้ออกแรงมากในเวลาที่รวดเร็ว ท่าที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น ต่อเนื่องด้วยการเขย่งปลายเท้ากับการกระโดดในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองใช้แล้ว พบว่ามีประสิทธิภาพสูง เพราะสามารถออกแรงได้เต็มที่ด้วยกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า โดยที่ไม่มีการผ่อนแรงลง และใช้น้ำหนักในระดับสูงคือ 85 เปอร์เซ็นต์ของหนึ่งอาร์เอ็ม (85% 1RM) ซึ่งพบว่าสามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่เมื่อยล้าง่าย มาทำงานถึง 60% และท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 135 องศา แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น การยกส้นเท้าขึ้นจากพื้นนี้ยังเป็นการเลียนแบบท่าทางการกระโดดอีกด้วย

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ ได้มีผู้สรุปแนวคิดไว้ ดังนี้

คอนลีย์ และไรเซเนค (Conley and Rozenek, 2001) ได้สรุปว่า ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน (Resistance training) จะสังเกตได้ชัดว่าอัตราการเต้นของหัวใจจะสูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ ความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก และกล้ามเนื้อที่ทำงานเป็นต้น แต่เนื่องจากการฝึกด้วยใช้แรงต้านเป็นการฝึกในลักษณะไม่ต่อเนื่องมีการพักเป็นระยะๆ อัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยจึงเป็นผลกระทบจากระยะเวลาพักระหว่างชุด และระหว่างท่าฝึกต่างๆ ดังนั้นอัตราชีพจรเฉลี่ยที่วัดได้ในแต่ละครั้งของการฝึกโดยใช้แรงต้าน จึงไม่สามารถแสดงความหนักในการทำงานของระบบหัวใจ และหลอดเลือดได้อย่างแม่นยำ หรืออีกในหนึ่งไม่สามารถที่จะประมาณค่าความหนักของกิจกรรมได้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการพัฒนาความสามารถที่เกิดจากการฝึกด้วยแรงต้านนั้น อาศัยหลักการฝึกที่เฉพาะเจาะจง (Principle of specificity of training) โดยที่การพัฒนาความสามารถที่เกิดขึ้นอย่างมากนั้นสังเกตได้จากการที่ผู้รับการฝึกแต่ละคนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมที่ใช้ในการฝึก ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการฝึกที่นำมาใช้ รูปแบบของการเคลื่อนที่ ลักษณะของการทำงานของกล้ามเนื้อ ความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ และมุมของข้อต่อ

แมคอาร์เดิล แคทซ์ และแคทซ์ (McArdle Kacth and Katch, 1996) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้น ได้เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ 1972 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ซึ่งนำมาเป็นหลักในการจัดโปรแกรมการฝึกให้กับนักกีฬาที่เพิ่งจะเริ่มเล่นรวมทั้งนักกีฬาชั้นนำด้วย แนวคิดนี้ได้มีการแบ่งระยะเวลาของการฝึกเป็นสามระยะ คือ แมคโครไซเคิล (Macrocycle) เมโซไซเคิล (Mesocycle) และไมโคไซเคิล (Microcycle) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาของการฝึกที่แบ่งเป็นปี เดือน และสัปดาห์ ตามลำดับวัตถุประสงค์ของการแบ่งระยะเวลาของการฝึกออกเป็นส่วนๆ ก็คือ ให้มีการควบคุมเกี่ยวกับความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก ความถี่ของการฝึก จำนวนชุด จำนวนครั้งและเวลาพัก เพื่อป้องกันปัญหาการซ้อมเกิน (Overtraining) ตลอดจนความเบื่อหน่ายที่เกิดขึ้นจากการฝึก นอกจากนั้นยังมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการฝึกให้มีความหลากหลาย และทำให้เกิดความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันอีกด้วย

สโตน และโอ'ไบรอันท์ (Stone and O'Bryant, 1987) ได้เสนอแนะให้แบ่งช่วงเตรียม (Preparatory period) ออกเป็นสามระยะดังนี้

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase)

ความหนัก	50 – 75%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	8 – 12	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength phase)

ความหนัก	80 – 88%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5 – 6	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Power phase)

ความหนัก	90 – 95%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 4	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

1. ระยะการปรับตัวทางกายวิภาค (Anatomical adaptation phase) ใช้เวลา 8 – 10 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่เพิ่มเริ่มเล่น และ 3 – 5 สัปดาห์ สำหรับนักกีฬาที่มีประสบการณ์มาแล้ว โดยใช้รูปแบบของการฝึกเป็นวงจร (Circuit training)

	นักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่น		นักกีฬาที่มีประสบการณ์	
ความหนัก	30 – 40 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม	40 – 60 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	9 – 12 (15)	ท่า	6 – 9	ท่า
จำนวนรอบของการฝึก	2 – 3	รอบ	3 – 5	รอบ
ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก	20 – 25	นาที	30 – 40	นาที
เวลาพักระหว่างท่าฝึก	90	วินาที	60	วินาที
เวลาพักระหว่างรอบ	2 – 3	นาที	1 – 2	นาที
ความถี่ของการฝึก	2 – 3	ครั้ง/สัปดาห์	3 – 4	ครั้ง/สัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase) ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	70 – 80 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	6 – 9	ท่า
จำนวนครั้ง	6 – 12	ครั้ง
จำนวนชุด	4 – 6 (8)	ชุด
เวลาพัก	3 – 5	นาที
จังหวะการยก	ช้าถึงปานกลาง	
ความถี่ของการฝึก	2 – 4	ครั้งต่อสัปดาห์

สำหรับกีฬาประเภทที่ไม่ต้องการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่น กีฬาที่มีการแบ่งรุ่นโดยน้ำหนักตัว ก็ไม่ต้องฝึกในระยะที่ 2 นี้

3. ระยะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength phase)ใช้เวลา 9 สัปดาห์

ความหนัก	85 – 100 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	3 – 5	ท่า
จำนวนครั้ง	1 – 4	ครั้ง
จำนวนชุด	6 – 10 (12)	ชุด
เวลาพัก	3 – 6	นาที
จังหวะการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	2 – 3 (4)	ครั้งต่อสัปดาห์

4. ระยะการเปลี่ยน (Conversion phase)

หลังจากได้พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้วจะเปลี่ยนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไปเป็นพลังกล้ามเนื้อในลักษณะต่างๆ ที่ต้องการใช้ในการแข่งขันกีฬาแต่ละชนิด ดังนี้

4.1 พลังกล้ามเนื้อ (Power) ใช้เวลา 4 – 5 สัปดาห์

ความหนัก		
กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆกัน	30 – 50 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
กีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	50 – 80 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2 – 4 (5)	ท่า
จำนวนครั้ง	4 – 10	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 6	ชุด
เวลาพัก	2 – 6	นาที
จังหวะการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	2 – 3	ครั้งต่อสัปดาห์

4.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power endurance) ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	70 – 85 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2 – 3	ท่า
จำนวนครั้ง	15 – 30	ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 4	ชุด
เวลาพัก	8 – 10	นาที
จังหวะการยก	เร็วมาก	
ความถี่ของการฝึก	2 – 3	ครั้งต่อสัปดาห์

5. ระยะคงสภาพกล้ามเนื้อ (Maintenance phase) การฝึกกล้ามเนื้อในระยะนี้เป็นการฝึกในระยะแข่งขัน (Competitive phase) ซึ่งจำเป็นต้องมีการฝึก เพื่อคงสภาพกล้ามเนื้อไว้ไม่ให้ประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อลดลง โดยการฝึกกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลัก (Prime movers) ความถี่ของการฝึก 2 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักกีฬาและใช้เวลาในการฝึกแต่ละครั้งน้อยลง

6. ระยะการหยุดฝึก (Cessation phase) โดยการหยุดฝึกด้วยน้ำหนัก ก่อนการแข่งขันที่สำคัญ 5 – 7 วัน เพื่อใช้พลังงานทั้งหมดไปในการแข่งขัน

วาเธน และโรล (Wathen and Roll, 1994) ได้เสนอแนะให้แบ่งช่วงเวลาของการฝึกออกเป็นสามช่วง (Period) ซึ่งมีการฝึกเฉพาะในส่วนของการฝึกด้วยน้ำหนัก มีดังนี้

1. ช่วงเตรียม (Preparatory period) แบ่งเป็นสามระยะ คือ

1.1 ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ/ความอดทน(Hypertrophy/ Eendurance phase) ใช้เวลา 1 – 6 สัปดาห์ ใช้ความหนักในระดับต่ำและจำนวนครั้งมากวัตถุประสงค์ของการฝึกในระยะนี้ก็คือ พัฒนาความอดทนของระบบกล้ามเนื้อและระบบการเผาผลาญอาหาร (Metabolic)

1.2 ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength phase) ใช้ความหนักเกินกว่า 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรืออยู่ระหว่างห้าอาร์เอ็มถึงแปดอาร์เอ็ม

1.3 ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Power phase) ใช้ความหนักเกินกว่า 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรืออยู่ระหว่างสองอาร์เอ็มถึงสี่อาร์เอ็ม

2. ช่วงแข่งขัน (Competition period) ใช้เวลา 1 – 3 สัปดาห์ ส่วนกีฬาประเภททีมอาจจะใช้เวลาหลายเดือน สำหรับกีฬาที่ต้องการความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในช่วงแข่งขันสั้นๆ นั้น ให้ใช้ความหนักในระดับสูงมาก และจำนวนครั้งน้อยมาก

3. ช่วงการส่งผ่าน (Transition period) เป็นช่วงที่ไม่มีความเครียดจากการฝึก หรือการแข่งขัน ใช้การฝึกเป็นกิจกรรมนันทนาการที่มีความหนักในระดับต่ำ และจำนวนครั้งน้อย

แมคอาร์เดิล แคทช์ และแคทช์ (McArdle, Katch and Katch, 1996) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะเวลาของการฝึกความแข็งแรงในระยะเวลาหนึ่งปี ออกเป็นสี่ระยะ คือ

1. ระยะเตรียม (Preparation phase) ใช้เวลา 3 เดือน

ความหนัก	50 – 80 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	8 – 12	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

2. ระยะการส่งผ่านครั้งที่ 1 (First transition phase) ใช้เวลา 3 เดือน

ความหนัก	80 – 90 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5 – 6	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

3. ระยะแข่งขัน (Competition phase) ใช้เวลา 3 เดือน

ความหนัก	90 – 95 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 4	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด

4. ระยะการส่งผ่านครั้งที่ 2 (Second transition phase) หรือระยะเวลาของการพักฟื้น (Recuperation period) ใช้เวลา 3 เดือน เป็นระยะเวลาที่เน้นไปที่กิจกรรมนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่ใช้ความหนักในระดับต่ำเพื่อการพักฟื้น และเตรียมตัวเข้าสู่ระยะเวลาของการฝึกในปีต่อไป

เพียร์สัน (Pearson, 1999) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะของการฝึกด้วยน้ำหนัก ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ดังนี้

1. ระยะเตรียมทั่วไป (General preparatory phase) ใช้เวลา 2 สัปดาห์

ความหนัก	12	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	3	ชุด
เวลาพัก	60 – 120	วินาที

2. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์

ความหนัก	8 – 10	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	3	ชุด
เวลาพัก	45 – 90	วินาที

3. ระยะพัฒนาความแข็งแรง (Strength phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์

ความหนัก	6 – 8	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	3 – 4	ชุด
เวลาพัก	1 – 2	วินาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ระยะความแข็งแรงและพลังสูงสุด (Peak phase) ใช้เวลา 2 สัปดาห์

ความหนัก	3 – 6	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	2 – 3	ชุด
เวลาพัก	1 – 2	วินาที

โอ'เช (O'Shea, 2000) ได้เสนอแนะวงจร (Cycle) ของการฝึกด้วยน้ำหนัก ไว้ดังนี้

1. วงจรปรับสภาพทั่วไป (Conditioning cycle) ใช้เวลา 3 – 5 สัปดาห์ แต่ถ้าหยุดการฝึกซ้อมเกินกว่า 2 เดือน ให้เพิ่มเป็น 6 – 8 สัปดาห์

ความหนัก	60 – 70%	ของ 10 อาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	10	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 4	ชุด

2. วงจรความแข็งแรงพื้นฐาน (Base strength cycle) ใช้เวลา 3 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	70 – 80%	ของห้าอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 4	ชุด

3. วงจรความแข็งแรงและพลัง (Strength & power cycle) ใช้เวลา 3 – 4 สัปดาห์

ความหนัก	80 – 90%	ของห้าอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 3	ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 3	ชุด

4. วงจรพลังสูงสุด (Peak power cycle) ใช้เวลา 2 – 3 สัปดาห์

ความหนัก	ตั้งแต่ 90% ขึ้นไป	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 4	ชุด

5. วงจรแข่งขันหรือคงสภาพ (Competitive or Maintenance cycle) ใช้เวลา 12 สัปดาห์

ความหนัก	70 – 90%	ของสามอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 7	ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 3	ชุด

6. วงจรพักโดยมีกิจกรรม (Active rest cycle) ใช้เวลา 2 – 8 สัปดาห์

ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น จำเป็นต้องมีการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วออกมาให้มากที่สุด ดังนั้นจึงต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 90% ขึ้นไป ของหนึ่งอาร์เอ็ม ซึ่งในขณะที่ยกนั้นต้องคิดถึงความแข็งแรง และความเร็ว เพื่อให้การทำงานของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากที่สุด และการฝึกในวงจรพลังสูงสุดนั้นไม่ควรใช้เวลาในการฝึกเกินกว่า 2 สัปดาห์

เพียร์สัน (Pearson, 2000) ได้สรุปความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกระยะยาวว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อนั้น สามารถกำหนดวงจรของการฝึก (Cycle) ได้มากกว่าหนึ่งวงจรต่อปี โดยทั่วไปจะใช้สามวงจรต่อปี ดังนั้นแนวคิดเกี่ยวกับความหลากหลายของการฝึกจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการวางโปรแกรมการฝึกตลอดปี ซึ่งต้องอาศัยความสอดคล้องกันระหว่างความหนักของการฝึก ปริมาณของการฝึก เวลาพัก และกิจกรรมการฝึก หรือท่าฝึก

จากการที่มีผู้ศึกษาพบว่า การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นในระยะ 3 – 4 สัปดาห์แรกของการฝึกนั้น เกิดจากการปรับตัวของระบบประสาท (Neurological adaptations) เป็นสำคัญ ส่วนการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น จะสังเกตได้ชัดหลังจากการฝึก 8 – 12 สัปดาห์ สำหรับท่าฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อมัดใหญ่นั้น ควรจะนำมาใช้เป็นท่าฝึกในลำดับแรกของการฝึกในแต่ละวัน และท่าฝึกในลักษณะดังกล่าว ได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ควรจะนำมาใช้ในโปรแกรมการฝึกไม่เกินสองครั้งต่อสัปดาห์

ชนินทรชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้สรุปว่า การวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อเป็นระยะต่าง ๆ นั้น แต่ละระยะจะมีความสำคัญ และมีความสัมพันธ์กับระยะที่จะฝึกต่อไป ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยทั่วไปจะใช้สามระยะคือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกพลัยโอเมตริก หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก

ส่วนการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น เป็นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงสามารถลดระยะเวลาฝึกเหลือเพียงสองระยะ คือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

ในส่วนของวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น ได้มีผู้สรุปแนวคิดไว้ดังนี้

แวกเนอร์ (Wagner, 1996) สรุปว่า การที่พื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อมีขนาดเพิ่มขึ้นนั้น เนื่องจากทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า และเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมีขนาดเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่า

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) กล่าวว่า การพัฒนาของขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น มีสาเหตุดังนี้

1. มีการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อให้ทำงานด้วยจำนวนมากที่สุด
2. มีการหลั่งฮอร์โมนต่าง ๆ ในร่างกายในปริมาณที่สูง เนื่องจากเกิดกรดแลคติกที่เกิดขึ้น
3. ช่วยให้พลาสมา (Plasma) เข้าไปในมัยโอไพบริล (Myofibril) ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการสังเคราะห์โปรตีน และรั้งหรือยับยั้งการแตกตัวของโปรตีน
4. มีการเพิ่มเวลาตึงตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้มัยโอซินครอสบริดจ์ (Myosin crossbridges) ดึงเส้นใยแอคติน (Actin filaments) ประสานกับเส้นใยมัยโอซิน (Myosion filaments) นานขึ้น จึงทำให้เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายมากขึ้น เป็นการบังคับให้มีการเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

เทสช์ (Tesch, 1992) เสนอแนะว่า น้ำหนักที่ใช้ในการฝึกเป็นน้ำหนักที่สามารถยกได้จำนวน 6 – 12 ครั้ง และใช้เวลาพัก 1 – 2 นาที

ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1992) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลาของการฝึก 10 – 12 สัปดาห์ ดังนี้

1. วิธีมาตรฐานแบบที่ 1 (Standard method I) น้ำหนักคงที่

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ	แบบความยาวลดลง	
ความหนัก	80%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	8 – 10	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด
เวลาพัก	3	นาที

2. วิธีมาตรฐานแบบที่ 2 (Standard method II) น้ำหนักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ	แบบความยาวลดลง	
ความหนัก	70% 80% 85% 90%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	12 10 7 5	ครั้ง
จำนวนชุด	4	ชุด
เวลาพัก	2	นาที

3. วิธีเพาะกายแบบที่ 1 (Bodybuilding method I)

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ	แบบความยาวลดลง	
ความหนัก	60 – 70%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	15 – 20	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด
เวลาพัก	2	นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. วิธีเพาะกายแบบที่ 2 (Bodybuilding method II)

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ	แบบความยาวลดลง	
ความหนัก	85 – 90%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5 – 8	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5	ชุด
เวลาพัก	3	นาที

5. วิธีไอโซคิเนติก (Isokinetic method)

ลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ	แบบความยาวลดลงและความยาวเพิ่มขึ้น	
ความหนัก	70%	ของทอร์คสูงสุด
จำนวนครั้ง	15	ครั้ง
จำนวนชุด	3	ชุด
เวลาพัก	3	นาที

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลา 4 – 6 สัปดาห์ ดังนี้

ความหนัก	70 – 80%	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	6 – 12	ครั้ง
จำนวนชุด	4 – 6 (8)	ชุด
เวลาพัก	3 – 5	นาที

เครเมอร์ (Kraemer, 1994) ได้เสนอแนะว่า ถ้าจะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อไปพร้อม ๆ กัน ก็ให้ใช้ท่าเพาเวอร์คลีน ท่าเดดลิฟท์ หรือท่าแบกน้ำหนักย่อตัว โดยใช้ความหนัก 85 – 95% ของหนึ่งอาร์เอ็ม และเวลาพัก 30 วินาที ถึง 1 นาที

เฮดริค (Hedrick, 1995) ได้สรุปว่าในการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว จะพัฒนาได้มากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 – 12 ครั้ง และใช้เวลาพักน้อย

แซทซิออสกี (Zatsiorsky, 1995) ได้เสนอแนะว่า ถ้าจะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการกระตุ้นให้มีการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น ให้ใช้ความหนัก 80% หรือมากกว่า ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 5 – 8 ครั้ง ต่อชุด

บอมพา (Bompa, 1998) ได้เสนอแนะเวลาพักที่สัมพันธ์กับจำนวนครั้งของการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้สำหรับพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ สำหรับนักเพาะกายในระดับต่าง ๆ ดังนี้

	ระดับ เริ่มเล่น	ระดับ เล่นเพื่อนันทนาการ	ระดับ ก้าวหน้า	ระดับ อาชีพ
จำนวนครั้ง	6 – 12	9 – 12	9 – 12	9 – 12
เวลาพัก (วินาที)	60 – 120	45 – 60	45 – 60	30 – 45

การฝึกที่สามารถพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้ออย่างถาวรได้นั้น ควรจะฝึกอย่างน้อย 6 สัปดาห์

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) ได้สรุปว่า จำนวนครั้งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก คือ 8 – 10 ครั้ง ต่อชุด

คาร์พ (Karp, 2001) ได้สรุปว่า ในการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ให้ใช้ความหนักที่สามารถยกได้ 6 – 12 ครั้ง หลาย ๆ ชุด

ในส่วนของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น ได้มีผู้ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการยกกับความหนักที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ได้แก่ วาเธน (Wathen, 1994) บอมพา (Bompa, 1998) และ บีเคิล เอิล และ วาเธน (Baechle, Earle and Wathen, 2000) สรุปเป็นตารางต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนครั้งของการยกกับความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม		
	วาเธน (ค.ศ. 1994)	บอมพา (ค.ศ. 1998)	บีเคิล, เอิล และวาเธน (ค.ศ. 2000)
1	100	100	100
2	93.5	95	95
3	91	-	93
4	88.5	90	90
5	86	-	87
6	83.5	85	85
7	81	-	83
8	78.5	80	80
9	76	-	77
10	73.5	75	75
11	-	-	70
12	-	-	67
15	-	-	65

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า บีเคิล เอิล และวาเธน ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการยกกับความหนักที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ได้ทันสมัยที่สุด และวาเธนยังเป็นคนเดียวกับวาเธนในปี ค.ศ. 1994 นอกจากนั้น ตัวเลขยังตรงกับบอมพาในปี ค.ศ. 1998 อีกด้วย

ตารางที่ 3 แสดงความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนครั้งเป้าหมายและจำนวนชุดที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

เป้าหมายของการฝึก	ความหนัก (% ของหนึ่งอาร์เอ็ม)	จำนวนครั้งเป้าหมาย	จำนวนชุด
พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 85% ขึ้นไป	ไม่เกิน 6 ครั้ง	2 – 6
พัฒนาพลังกล้ามเนื้อ			
กีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว	80 – 90%	1 – 2 ครั้ง	3 – 5
กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆกัน	75 – 85%	3 – 5 ครั้ง	3 – 5
พัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ	67 – 85%	6 – 12 ครั้ง	3 – 6
พัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ	ตั้งแต่ 67% ลงมา	ตั้งแต่ 12 ครั้งขึ้นไป	2 – 3

บีเคิล เอิล และวาเชน ได้อธิบายว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อนั้น ความหนักที่ใช้ในการฝึกที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็มจะสอดคล้องกับจำนวนครั้งของการยก ส่วนการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ความหนักคาบเกี่ยวอยู่กับความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความหนักที่ใช้ในการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อนั้น จำนวนครั้งของการยกจะลดลง เนื่องจากในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อต้องการให้ยกด้วยความเร็วเต็มที่ทุกครั้ง ดังนั้นจึงให้ความสำคัญกับคุณภาพของการยกมากกว่าปริมาณของการยกในแต่ละชุด

หลักการและระยะเวลาของการฝึก

บอมพา (Bompa, 1993) ได้กล่าวถึงหลักการฝึกไว้ ดังนี้

1. หลักของความหลากหลายในการฝึก (Principle of variety)

ความหลากหลายในการฝึก เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาการฝึก เพราะจะเป็นผลดีต่อร่างกายและจิตใจของนักกีฬา เพราะการฝึกที่ซ้ำกันนั้น นักกีฬาจะเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากฝึก การให้ความหลากหลายรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมกับการพัฒนาการเคลื่อนไหวช่วงเวลาก่อนการแข่งขัน ในช่วงระหว่างการแข่งขัน หรือจบฤดูการแข่งขัน ความหลากหลายในการใช้น้ำหนักในการฝึกที่สอดคล้องกับหลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก ความหลากหลายในชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของความเร็วในการหดตัว ตามโปรแกรมและช่วงของการฝึก และความหลากหลายในเรื่องของเคลื่องมือที่ใช้ฝึก ความหลากหลายในระยะการฝึกตามแผนการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกมากขึ้น

2. หลักของความแตกต่างของบุคคล (Principle of individualization)

ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการฝึก ที่จะต้องคำนึงถึง คือระดับความสามารถของแต่ละบุคคล และพื้นฐานของการฝึกในแต่ละบุคคล ดังนั้นการฝึกในแต่ละบุคคลแม้จะเล่นกีฬาชนิดเดียวกัน การฝึกก็อาจไม่เหมือนกัน

3. หลักของความเฉพาะเจาะจง (Principle of specificity)

การฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงที่จะพัฒนาความแข็งแรงในชนิดกีฬานั้นๆจึงต้องเลือกโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงให้เหมาะสมต่อกิจกรรมการเคลื่อนไหว หรือทักษะกีฬาซึ่งควรพิจารณาดังนี้ คือ ระบบพลังงานหลักที่ต้องใช้ในชนิดกีฬานั้นๆ การเลือกฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ จะต้องให้สอดคล้องตรงกับการใช้พลังงาน เช่น เลือกการฝึกเพื่อที่จะใช้ในกีฬาที่ใช้ความเร็ว เช่น วิ่ง ฟุตบอล รักบี้ฟุตบอล ก็จะต้องฝึกพลังกล้ามเนื้อเป็นหลักให้ตรงกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้งาน

4. หลักของการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก (Principle of progressive increase of load training)

ความก้าวหน้าของการเพิ่มน้ำหนักในการฝึก เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวางแผนการฝึกของนักกีฬา ซึ่งควรคำนึงถึง ระดับความสามารถของนักกีฬาแต่ละคนด้วย

การวางแผนระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อเป็นระยะต่างๆนั้น แต่ละระยะจะมีความสำคัญและมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่จะฝึกต่อไป ในการพัฒนากล้ามเนื้อโดยทั่วไปจะใช้ 3 ระยะคือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกพลัยโอเมตริก หรือการฝึกด้วยน้ำหนัก

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อด้วยน้ำหนักดังนี้

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 9 สัปดาห์
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 – 5 สัปดาห์

เพียร์สัน (Pearson, 1999) ได้เสนอแนะระยะเวลาของการฝึกกล้ามเนื้อด้วยน้ำหนักดังนี้

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 สัปดาห์
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 4 สัปดาห์
3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ใช้เวลา 2 สัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยใช้แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น เป็นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไปพร้อมๆกันกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นจึงสามารถลดระยะการฝึกเหลือเพียง 2 ระยะคือ

1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก
2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้รวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

ช่วงระยะเวลาของการฝึกได้มีการเสนอแนะไว้มากมายดังเช่นถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (Kritpet, 1988) ใช้ระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ชมิทไทลเชอร์(Schmidtbleicher, 1992) ได้เสนอการฝึกพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลาของการฝึก 6 – 8 สัปดาห์ ต่อมา บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอระยะเวลา 4 – 6 สัปดาห์ เพียร์สัน (Pearson, 1999) ใช้การเตรียมกล้ามเนื้อทั่วไปเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และใช้การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งโอ’เช (O’Shea, 2000) ก็ได้เสนอให้มีการปรับความแข็งแรงพื้นฐานโดยใช้เวลา 3 – 6 สัปดาห์ ฝึกความแข็งแรงสูงสุดและพลังกล้ามเนื้อใช้ 3 – 6 สัปดาห์ จากการเสนอข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ใช้ระยะเวลาในการฝึกความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์

ในการฝึกความแข็งแรง ความหนักจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของความหนักในการยกได้สูงสุดใน 1 ครั้ง ซึ่งความหนักเป็นบทบาทของระบบประสาทที่ถูกกระตุ้นให้ใช้ในการฝึกความแข็งแรงของการกระตุ้น จึงขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ความเร็วในการแสดงการเคลื่อนไหว และช่วงของการพักระหว่างการยก ความหนักของการให้น้ำหนัก

เฟล็คและเครเมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987) ได้เสนอแนะการออกแบบการฝึกด้วยน้ำหนัก เพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อซึ่งความหนักจะแสดงโดยใช้อาร์เอ็ม(Repetition maximum;RM) หรือเปอร์เซ็นต์ของ 1 อาร์เอ็ม ดังนี้

60% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	15-20 อาร์เอ็ม
65% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	14 อาร์เอ็ม
70% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	12 อาร์เอ็ม
75% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	10 อาร์เอ็ม
80% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	8 อาร์เอ็ม
85% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	6 อาร์เอ็ม
90% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	4 อาร์เอ็ม
95% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	2 อาร์เอ็ม
100% ของ 1 อาร์เอ็ม	=	1 อาร์เอ็ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการจัดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการฝึกว่าฝึกเพื่อพัฒนาในจุดใด ความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีการใช้ความหนัก จังหวะ และปริมาณการฝึกที่แตกต่างกันไป

บอมพา (Bompa, 1993) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการใช้น้ำหนัก จังหวะการยก ช่วงเวลาพัก และผลการฝึกดังนี้

ตารางที่ 4 การใช้น้ำหนัก จังหวะในการยก ช่วงเวลาพัก และผลการฝึก

ความหนัก%	จังหวะในการยก	ช่วงเวลาพัก	ผลการฝึก
>105	ช้า	4 – 5 นาที	พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและความตึงตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ
80 – 100	ช้าถึงปานกลาง	3 – 5 นาที	พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดและความตึงตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ
60 – 80	ช้าถึงปานกลาง	2 นาที	พัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อ
50 – 80	เร็ว	4 – 5 นาที	พัฒนาพลังกล้ามเนื้อ
30 – 50	ช้าถึงปานกลาง	1 – 2 นาที	พัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครเมอร์ (Kraemer, 1994) ได้เสนอแนะว่า ถ้าจะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อไปพร้อมๆกัน ก็ให้ใช้ท่าเพาเวอร์คลีน ท่าเดดลิฟท์ หรือท่าแบกน้ำหนักย่อตัว โดยใช้ความหนัก 85 – 95% ของหนึ่งอาร์เอ็ม และเวลาพัก 30 วินาที ถึง 1 นาที

แซทซีออสกี (Zatsiorsky, 1995) ได้เสนอแนะว่าถ้าจะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการกระตุ้นให้มีการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นให้ใช้ความหนัก 80% หรือมากกว่าของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวน 5 – 8 ครั้งต่อชุด

เฮดริค (Hedrick, 1995) ได้สรุปว่าในการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว จะพัฒนาได้มากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่สามารถยกได้ 6 – 12 ครั้ง และใช้เวลาพักน้อย

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) ได้สรุปว่าจำนวนครั้งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก คือ 8 – 10 ครั้งต่อชุด

คาร์พ (Karp, 2001) ได้สรุปว่า ในการฝึกเพื่อพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักให้ใช้ความหนักที่สามารถยกได้ 6 – 12 ครั้ง หลายๆชุด

การใช้ความหนักในระดับสูง คือ 80 – 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นผลให้ความแข็งแรงกล้ามเนื้อขึ้นมากที่สุด และเมื่อความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วยดังที่ รูเธอร์ฟอร์ด และคณะ (Rutherford et al., 1986) ได้รายงานว่าความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับพลังกล้ามเนื้อ

การฝึกเชิงซ้อน

ชู (Chu, 1996) กล่าวว่า ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อนั้นจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยที่หดตัวได้ช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วในลักษณะแรงระเบิด เส้นในกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคง และท่าทางของนักกีฬาในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

การฝึกเชิงซ้อนนั้น เป้าหมายหลักของนักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อก็คือ เน้นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIb เป็นสำคัญ และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIc ได้พัฒนาให้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIb ถึงแม้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIa จะสามารถหดตัวได้เร็ว แต่ก็มักจะไม่ค่อยมีประโยชน์ต่อกีฬาหลายชนิดแต่ในขณะที่นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายสูงขึ้นนั้น จะต้องลดปริมาณของการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIa ลง และเน้นที่การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIb ความยากในการฝึกกล้ามเนื้อ

เนื่องมาจากผลของการประกอบภารกิจประจำวันที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วต่ำ จึงเป็นสภาวะที่ทำให้ร่างกายทำงานอย่างช้าๆ ดังนั้นทุกสิ่งทุกอย่างที่นักกีฬาทำนอกเหนือไปจากโปรแกรมของการฝึก จึงเป็นอุปสรรคต่อโปรแกรมการฝึกที่มุ่งเน้นให้กล้ามเนื้อหดตัวได้เร็วขึ้นทั้งสิ้น

ชู (Chu, 1996) ได้เสนอแนะกระบวนการสองขั้นของการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) ซึ่งทั้งสองขั้นมีความสำคัญเท่าๆกัน ดังนี้ ขั้นที่หนึ่ง ให้ฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ความหนักฝึกในระดับสูง ซึ่งจะเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่มีความเร็วในการหดตัวมาก (Type IIb) และยังฝึกให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIc ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด Type IIb หลังจากเสร็จสิ้นการฝึกด้วยน้ำหนักในแต่ละชุดแล้ว ให้ฝึกกล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยใช้การฝึกพลัยโอเมตริกในทันที ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิด โดยจะใช้ท่าทางที่เหมือนกับท่าที่ฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อเป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรก และกลไกในการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุดที่เกิดจากการฝึกเชิงซ้อน คือประสาทกล้ามเนื้อ ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง จะเป็นการกระตุ้นเส้นใยประสาทและการเสริมฤทธิ์ของรีเฟล็กซ์ ซึ่งจะเกิดภาวะที่เหมาะสมต่อการฝึกพลัยโอเมตริกที่ตามมา ความเมื่อยล้าที่เกิดจากการฝึกซ้อมด้วยน้ำหนักจะเป็นแรงกระตุ้นให้ระดมหน่วยยนต์มาทำงานเพิ่มขึ้นในช่วงการฝึกพลัยโอเมตริก

เอบเบน และวัตต์ (Ebben and watts, 1998) ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนไว้ดังนี้

1. การฝึกเชิงซ้อน เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องจัดไว้ในโปรแกรมการฝึกซ้อมซึ่งนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานโดยการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน และควรจะใช้การฝึกพลัยเมตริกโดยใช้ความหนักในระดับต่ำควบคู่ไปด้วยในระยะเตรียม และเริ่มมีการจับคู่ท่าฝึกของการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก มาฝึกในลักษณะการฝึกเชิงซ้อนได้ตั้งแต่ระยะก่อนการแข่งขัน แล้วค่อยๆปรับกิจกรรมของการเคลื่อนไหวในการฝึกเชิงซ้อนให้เหมือนกับการเคลื่อนไหวจริงในการแข่งขัน อีกทั้งยังประหยัดเวลา และเพิ่มความหลากหลายของการฝึกในระยะแข่งขันอีกด้วย

2. ความหนัก และปริมาณของการฝึกที่ใช้ในการฝึกเชิงซ้อนนั้นจำเป็นต้องใช้ความหนักในระดับสูงทั้งการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกในปริมาณที่ไม่มากเพื่อป้องกันความเมื่อยล้าที่มากเกินไปจนนักกีฬาไม่สามารถมุ่งความสนใจไปยังกิจกรรมการฝึกได้ซึ่งควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุด โดยในแต่ละชุดมีการฝึกด้วยน้ำหนัก 2 – 8 ครั้ง และการฝึกพลัยโอเมตริก 5 – 15 ครั้ง

3. การเลือกท่าฝึกที่นำมาใช้ในการฝึกเชิงซ้อน ควรคำนึงถึงหลักการทางด้านชีวกลศาสตร์ และความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ต้องการในแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นควรเป็นท่าฝึกที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกัน หรือคล้ายคลึงกับท่าทางของชนิดกีฬาที่ฝึกนั้น และตามด้วยท่าฝึกของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกัน

4. ความถี่ของการฝึกและเวลาพักในการฝึกเชิงซ้อน มีการฝึก 1 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง 48 – 96 ชั่วโมง สำหรับการพักกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกนั้น

เป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักในวันหนึ่ง แล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในวันถัดไป ซึ่งกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกนั้นมีเวลาพักไม่เพียงพอ การฝึกเชิงซ้อนในระยะก่อนการแข่งขันมีการฝึก 2 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และเมื่อถึงระยะแข่งขันก็จะลดลงเหลือ 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยการใช้ความหนักในระดับสูงและปริมาณที่ไม่มาก

5. ลำดับของท่าในการฝึกเชิงซ้อน ที่เริ่มจากการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนนั้นก็เพื่อเพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทให้มีการระดมหน่วยยนต์จำนวนมาก และเมื่อตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกทันทีก็จะทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อมาก ทั้งที่การฝึกเชิงซ้อนที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกันนี้ควรจะจัดให้มีการฝึกก่อนกิจกรรมอื่นๆ เพื่อแน่ใจว่านักกีฬาได้ฝึกในกิจกรรมที่อยู่ในระดับความหนักที่ต้องการจริงๆ

6. เวลาพักหลังจากสิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาที เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จำนวนมากนั้นเมื่อจบการฝึก 1 ชุดในลักษณะของการฝึกเชิงซ้อนแล้ว ใช้เวลาพัก 2 – 10 นาที

เอบเบน (Ebben, 2002) ได้สรุปไว้ว่าการฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกที่เป็นที่นิยม โดยรวมเอาการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน มีรายงานว่าการฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ และความสามารถของนักกีฬาให้ดีขึ้น จากการวิจัยแนะนำว่า การฝึกเชิงซ้อนมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของงาน (Ergogenic) แบบเฉียบพลันระยะยาว รวมถึงการทำให้ความสามารถในการกระโดดดีขึ้น และการพัฒนาความสามารถอาจจะต้องการเวลาพักระหว่างเซตของการยกน้ำหนักก่อนทำพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที และใช้ความหนักในการฝึกด้วยน้ำหนักระดับสูง

มีหลักฐานที่แนะนำเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนของร่างกายส่วนล่าง (Lower – body complex training) อาจเกิดประสิทธิภาพได้ ถ้าให้ช่วงพักในการฝึกเชิงซ้อนที่เหมาะสม ดังเช่น การศึกษาของแรดคลิฟและแรดคลิฟ (Radcliffe and Radcliffe, 1999)แสดงผลการฝึกท่าเพาเวอร์สแนช (Power snatch) แล้วหลังจากนั้นก็ให้ทำการกระโดดไกล จำนวน 4 เซต พบว่ามีการพัฒนาที่ดีขึ้น เมื่อมีการพัก 3 นาที หลังจากทำการอบอุ่นร่างกายด้วยท่าเพาเวอร์สแนช (Warm-up power snatch) แต่ยังไม่ปรากฏในผู้หญิง ต่อมาได้มีการศึกษาของ ยัง (Young, 1999) ได้ทำการทดสอบโดยการย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Counter movement jump) โดยทำการแบกน้ำหนักย่อตัว 5 อาร์เอ็ม เทียบกับก่อนทำการทดลอง การศึกษานี้ใช้รูปแบบการพักเป็นเวลา 4 นาที ระหว่างทำการแบกน้ำหนักย่อตัว 5 อาร์เอ็ม และทำการแบกน้ำหนักย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Loaded counter movement jump) ผลได้แสดงถึงการพัฒนาที่ดีขึ้น

การวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการฝึกเชิงซ้อน

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาประเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน โดยใช้วิธีการจัดกระทำแบบสุ่ม และทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 18 คน มีกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของตูกี เอ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2545) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนกับการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก โดยกลุ่มตัวอย่างนั้นเป็นนักกีฬาวิ่ง 100 เมตร ทีมชาติไทยจำนวน 8 คน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อนและกลุ่มควบคุมฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และมีการทดสอบความเร็วที่จุด 10 20 30 และ 40 เมตร ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึก 6 สัปดาห์ กลุ่มทดลอง สามารถเร่งความเร็วจากเส้นเริ่มถึงจุด 20 30 และ40 เมตร ตามลำดับ ได้มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มฝึกเชิงซ้อนยังสามารถเร่งความเร็วจากเส้นเริ่มถึงจุด 40 เมตรได้มากกว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสรุปได้ว่าการฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการเร่งความเร็วของนักกีฬา

การวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการฝึกเชิงซ้อน

เอบเบน และคณะ (Ebben et al., 2000) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการยกน้ำหนักในท่าเบนช์เพรสที่ความหนักสูง 1 เซต (High-load bench press exercises : BP) ต่อประสิทธิภาพของการออกกำลังกายแบบเมดิซินบอล 1 เซต (Medicine ball power drop exercises) โดยวัดจากแรงที่กระทำกับพื้น (Ground reaction force : GRF) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักบาสเกตบอล (ดีวีชั่น1) เพศชาย อายุระหว่าง 17.6 – 20.4 ปี จำนวน 10 คน มีประสบการณ์ในการฝึกยกน้ำหนัก หรือฝึกพลัยโอเมตริกมาแล้ว แบ่งการฝึกเป็น 2 เงื่อนไข ดังนี้

1. ทำเบนช์เพรส (Bench press) แล้วตามด้วยการขว้างลูกเมดิซินบอล (Medicine ball) ออกไปในท่าเดียวกับที่ทำเบนช์เพรส

2. ทำการขว้างลูกเมดิซินบอลออกไปในท่าเดียวกับที่ทำเบนช์เพรสอย่างเดียว

ผลจากการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของแรงที่กระทำกับพื้น (GRF_{mean}), ค่าสูงสุดของแรงที่กระทำกับพื้น (GRF_{max}), และค่าการทำงานของกล้ามเนื้อ (Mean electromyography : EMG_{int}) ในทั้งสองเงื่อนไขไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้อาจสรุปได้ว่าการที่ค่าทั้งสองเงื่อนไขไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการฝึกทั้งสองเงื่อนไขไม่สามารถกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง

สมิลรอส และคณะ (Smilios et. al., 2005) ได้ทำการศึกษาเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงผลระยะสั้น (Short- term effect) ของการออกกำลังกายจากการฝึกน้ำหนักในท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 90 องศา (Loaded half squats : HS) และจัมพ์ สควอท (Loaded jump squats : JS) ที่ความหนักระดับต่ำและปานกลางต่อความสามารถในการทำสควอท จัมพ์ (Squat jump : SJ) และย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump : CMJ) โดยใช้การฝึกที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย จำนวน 10 คน อายุระหว่าง 22.2 – 24.8 ปี โดยทำสองเงื่อนไขดังนี้

1. ทำ 30% ของ 1 อาร์เอ็ม ในท่าฮาล์ฟ สควอท (Half squats) และจัมพ์ สควอท (Jump squats)

2. ทำ 60% ของ 1อาร์เอ็ม ในท่าฮาล์ฟ สควอท และจัมพ์ สควอท

โดยให้แต่ละเงื่อนไขทำ 3 เซต เซตละ 5 ครั้ง พักระหว่างเซต 3 นาที และทำต่อให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งความสามารถของการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump performance) ถูกวัดก่อนทำการทดลอง วัดหลังทำการทดลอง 1 นาทีของแต่ละเซต และวัดหลังจากเสร็จช่วงพักฟื้นในนาทีที่ 5 และ 10 นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาวิจัยได้ผลว่า

- เมื่อทำ 30% จัมพ์ สควอท ทำให้การย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (Countermovement jump : CMJ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังทำการทดลอง เซตที่ 1 และ2 (3.9% ; $P< 0.05$) เมื่อเทียบกับก่อนทำ
- เมื่อทำ 60% จัมพ์ สควอท ทำให้การย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (CMJ) เพิ่มขึ้น 3.3% หลังทำการทดลอง เซตที่ 2 และ3
- เมื่อทำ 60% ฮาล์ฟ สควอท ทำให้การย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (CMJ) สูงขึ้นหลังทำการทดลอง เซตที่ 1 และ2

ไตรโคลด์ และคณะ(Tricoli et al., 2005) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลระยะสั้น(Short - term effect)ของการฝึกด้วยแรงต้านอย่างหนัก (Heavy resistance training) ร่วมกับโปรแกรมการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump : VJ) และฝึกด้วยการยกน้ำหนัก (Weightlifting : WL) กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย จำนวน 32 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยการยกน้ำหนัก (WL) จำนวน 12 คน

ทำการแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 90 องศา 4 เซต เซตละ 6 ครั้ง (4×6 RM Half squat exercise) แล้วต่อด้วยการทำโปรแกรมการยกน้ำหนัก (Weightlifting training program) ดังนี้

- 3×6 RM ไฮด์ พูล (High pull)
- 4×4 RM เพาเวอร์ คลีน (Power clean)
- 4×4 RM คลีน แอน เจิร์ค (Clean and jerk)

กลุ่มที่ 2 การกระโดดในแนวดิ่ง (VJ) จำนวน 12 คน

ทำการแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าทำมุม 90 องศา 4 เซต เซตละ 6 ครั้ง (4×6 RM Half squat exercise) แล้วต่อด้วยการทำโปรแกรมการกระโดดในแนวดิ่ง (Vertical jump training program) ดังนี้

- 6×4 กระโดดสองขาข้ามรั้ว (Double-leg hurdle hops)
- 4×4 กระโดดสลับขาข้ามรั้ว (Alternated single-leg hurdle hops)
- 4×4 กระโดดขาเดียวข้ามรั้ว (Single-leg hurdle hops)
- 4×4 กระโดดลงจากที่สูง 40 เซนติเมตร (40 – cm Drop jumps)

กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม จำนวน 8 คน

ใช้ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ปริมาณความหนักของการฝึก จะเพิ่มขึ้นหลังจากฝึกไปแล้ว 4 สัปดาห์ มีการทดสอบก่อน และหลังการฝึก ดังนี้

- สควอท จัมพ์ (SJ)
- ย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก (CMJ)

- วิ่งระยะสั้น 10 เมตร และ 30 เมตร (10-m 30-m Sprint speeds)
- ทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว (Agility test)
- ย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 90 องศา (Half - squat 1RM)
- คลีน แอน เจิร์ค (Clean and jerk 1 RM ทำเฉพาะกลุ่ม WL)

จากผลการศึกษาพบว่า

1. กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมยกน้ำหนักมีผลทำให้การวิ่งระยะสั้น 10 เมตร เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทั้งกลุ่มที่ฝึกโปรแกรมยกน้ำหนัก และกลุ่มที่กระโดดในแนวดิ่งมีการเพิ่มขึ้นของการทำท่าย่อตัวแล้วกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งโดยไม่มีจังหวะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมยกน้ำหนักมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่กระโดดในแนวดิ่ง
3. อย่างไรก็ตามความแข็งแรงของท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 90 องศา 1 อาร์เอ็ม ของกลุ่มที่กระโดดในแนวดิ่ง (47.8%) สูงกว่า กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมยกน้ำหนัก (43.7%)
4. กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมยกน้ำหนักกลุ่มเดียวที่มีการเพิ่มขึ้นของการทำสควอท จัมพ์ (9.5%)
5. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มควบคุม

สรุปได้ว่า กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมยกน้ำหนักอาจจะทำให้ความสามารถของผู้ฝึกดีขึ้นมากกว่าในกลุ่มที่กระโดดในแนวดิ่งในผู้ออกกำลังกายที่มีสุขภาพดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อขา ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. รูปแบบของการวิจัย
4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18 – 22 ปี จำนวน 36 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยนิสิตจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐานในระดับที่สามารถแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา (Quarter squat) แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น (Heel raise) ได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดขึ้นตามสูตรของโคเฮน (Cohen, 1988) โดยกำหนดดรรชนีขนาดของผล (Effect size index) ที่ .70 และพลังอำนาจของการทดสอบ (Power) ที่ .95 มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น สามกลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที

กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกตามโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
   1.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก
   1.2 เครื่องวัดส่วนสูง
   1.3 เครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อ (นิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW – 300)
   1.4 อุปกรณ์ฝึกยกน้ำหนัก โอลิมปิกบาร์เบล (Olympic barbell)

ขั้นตอนการทดสอบ 1 อาร์เอ็ม (Repetition maximum :RM)

- ให้ยืนเตรียมพร้อม เท้าทั้งสองห่างกันประมาณช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้า
- แบกโอลิมปิกบาร์เบลไว้บนบ่า มือทั้งสองข้างจับบาร์ไว้ให้แน่น
- ค่อยๆย่อตัวลงจนกระทั่งมุมที่เข่าเป็นมุม 135 องศา โดยให้น้ำหนักตัวตกอยู่ที่ข้อเท้าทั้งสองข้าง
- ออกแรงดันน้ำหนักขึ้นไปในแนวดิ่ง แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น
- กำหนดน้ำหนักในการยก นิสิตแต่ละคนต้องยกให้ได้มากที่สุดไม่เกิน 5 ครั้ง โดยมีค่ากำหนดดังนี้ ความหนัก 100% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 1 ครั้ง, 95% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 2 ครั้ง, 93% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 3 ครั้ง, 90% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 4 ครั้ง, 87% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 5 ครั้ง ตามลำดับเป็นต้น

2. โปรแกรมการฝึก

   การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน มีขั้นตอนดังนี้

   2.1 ศึกษาโปรแกรมการฝึกจากหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

   2.2 ศึกษานำร่องโดยการทดลองใช้โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนกับนักกีฬาบาสเกตบอลชาย ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 9 คน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโปรแกรมการฝึก

การฝึกด้วยน้ำหนัก	ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น
การฝึกพลัยโอเมตริก	ใช้ท่าย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา แล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวดิ่งโดยใช้มือเท้าเอว
การฝึกเชิงซ้อน	ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น ตามด้วยท่าย่อตัว

ให้เข่าเป็นมุม 135 องศา แล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวดิ่งโดยใช้มือเท้าเอว

2.3 กำหนดโปรแกรมการฝึกดังนี้

2.3.1 ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 2 สัปดาห์ มีการฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ในวันจันทร์ และวันพฤหัสบดี โดยทำการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา

2.3.2 ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 6 สัปดาห์ มีการฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ในวันจันทร์ และวันพฤหัสบดี

ตารางที่ 5 แสดงโปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ที่ 1 – 6

กลุ่ม	ความหนัก (%ของ1 RM)	จำนวนครั้ง	จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	เวลาพักระหว่างชุด	จำนวนชุด	จำนวนการกระโดดต่อชุด
กลุ่มทดลองที่ 1	ประมาณ 85%	6	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ไม่เกิน 30 วินาที	3	12 ครั้ง
กลุ่มทดลองที่ 2	ประมาณ 85%	6	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	1 – 2 นาที	3	12 ครั้ง
กลุ่มทดลองที่ 3	ประมาณ 85%	6	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	3 – 4 นาที	3	12 ครั้ง

จากตารางที่ 5 กลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่ม ทำการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น (จังหวะในการฝึกด้วยน้ำหนักให้ทำเร็วมากที่สุดเท่าที่จะทำได้) แล้วกระโดดขึ้นจากพื้นในแนวดิ่งโดยใช้มือเท้าเอว เวลาพักหลังจากการกระโดด 3 – 4 นาที

2.4 นำโปรแกรมการฝึกมาตรวจสอบ และแก้ไข แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 คน

2.5 นำโปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไข และทดลองใช้

2.6 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย

2.7 นำโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยออกแบบการทดลองที่มีการจัดดำเนินการแบบสุ่ม

มีการทดสอบ 2 ครั้ง คือ

1. ทดสอบครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบก่อนการทดลอง ประกอบด้วย
   1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา
   1.2 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
   1.3 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา
2. ทดสอบครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ประกอบด้วย
   2.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา
   2.2 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
   2.3 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส (SPSS 12 : Statistical package for the social science computer version 12) เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean)
2. วิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
3. วิเคราะห์ผลของการทดสอบทุกรายการระหว่างกลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One – way analysis of variance)
4. วิเคราะห์ผลของการทดสอบทุกรายการภายในกลุ่ม โดยการทดสอบค่าที (t–test)
5. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 1 แสดงขั้นตอนการวิจัย

ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

นิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
จำนวน 36 คน

ใช้โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยทั้งสามกลุ่ม
ทดลองใช้ความหนักที่ 80% ของ 1 อาร์เอ็ม ระยะเวลาของการฝึก 2 สัปดาห์

↓

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling)

กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3
12 คน	12 คน	12 คน

การทดสอบครั้งที่ 1 ทำการทดสอบก่อนการทดลอง

↓

ใช้โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ 6 สัปดาห์

กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3
ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก ไม่เกิน30 วินาที	ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที	ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที

↓

การทดสอบครั้งที่ 2 ทำการทดสอบหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 3		F	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อายุ (ปี)	19.16	1.02	19.16	1.46	19.75	1.42	.780	.467
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	65.90	8.67	66.23	8.12	67.70	13.35	.103	.903
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	177.00	4.51	174.25	7.31	173.16	6.11	1.263	.296

$P > .05$

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยอายุของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 19.16 ปี กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 19.16 ปี กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 19.75 ปี

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 65.90 กิโลกรัม กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 66.23 กิโลกรัม กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 67.70 กิโลกรัม

ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 177.00 เซนติเมตร กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 174.25 เซนติเมตร กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 173.16 เซนติเมตร

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าเฉลี่ยอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง ที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 3		F	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	49.52	4.90	51.31	7.43	50.65	4.49	.298	.744
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	37.05	7.00	38.85	4.84	39.68	7.45	.507	.607
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว	2.24	0.18	2.15	0.25	2.24	0.43	.335	.718

$P > .05$

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 49.52 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 51.31 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 50.65 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 37.05 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 38.85 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อน

โดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 39.68 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 2.24 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 2.15 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 2.24

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึก ด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเอฟจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 3		F	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	55.45	3.82	56.98	7.46	57.04	6.31	2.65	.769
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	42.99	4.60	44.58	6.01	47.15	10.52	.948	.398
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว	2.92	0.41	2.83	0.30	2.99	0.55	.415	.664

$P > .05$

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 55.45 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 56.98 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 57.04 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 42.99 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 44.58 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 47.15 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที เท่ากับ 2.92 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที เท่ากับ 2.83 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที เท่ากับ 2.99

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 6 สัปดาห์		t	P
	$\overline{x}$	S.D.	$\overline{x}$	S.D.		
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	49.52	4.90	55.45	5.63	– 10.857*	.000
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)	37.05	7.00	42.99	4.60	– 4.769*	.0002
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว	2.24	0.18	2.92	0.41	– 8.333*	.0002

*P < .05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที มีค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง เท่ากับ 49.52 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 55.45 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง เท่ากับ 37.05 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 42.99 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง เท่ากับ 2.24 หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 2.92

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที โดยการทดสอบค่าที (t–test) พบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของ

กล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 6 สัปดาห์		t	P
	$\overline{x}$	S.D.	$\overline{x}$	S.D.		
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	51.31	7.43	56.98	7.46	- 4.014*	.003
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	38.85	4.84	44.58	6.01	- 4.128*	.029
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว	2.15	0.25	2.83	0.30	- 10.877*	.007

*P < .05

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที มีค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง เท่ากับ 51.31 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 56.98 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง เท่ากับ 38.85 วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 44.58 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง เท่ากับ 2.15 หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 2.83

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที

โดยการทดสอบค่าที (t–test) พบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทีจากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง 6 สัปดาห์		t	P
	$\overline{x}$	S.D.	$\overline{x}$	S.D.		
พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	50.65	4.49	57.04	6.31	- 4.687*	.018
พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา วัตต์/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	39.68	7.45	47.15	10.52	- 4.699*	.000
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว	2.24	0.43	2.99	0.55	- 6.049*	.022

*P < .05

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที มีค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง เท่ากับ 50.65 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 57.04 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง เท่ากับ 39.68 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม) หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 47.15 วัตต์/น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)

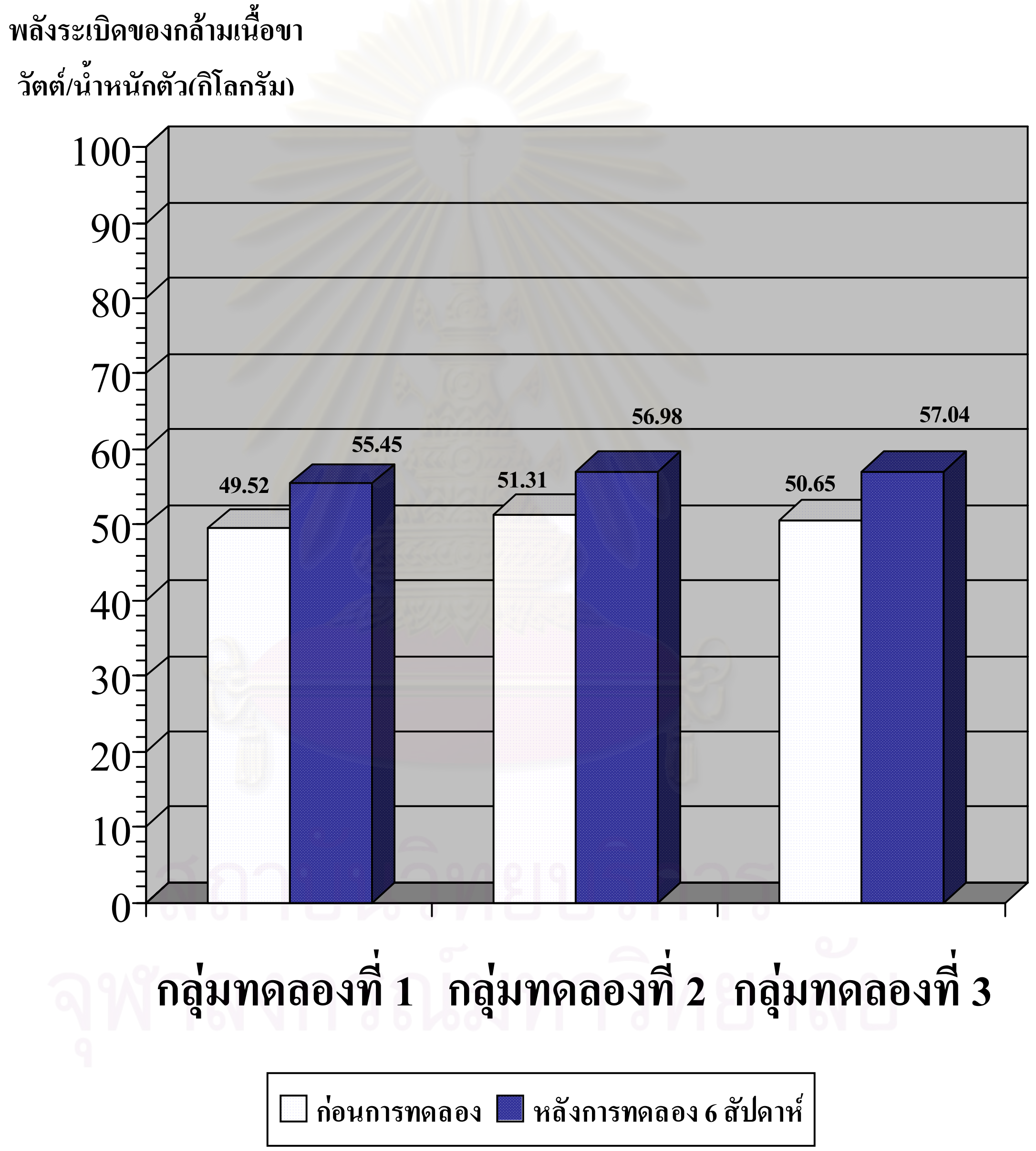
ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลอง เท่ากับ 2.24 หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ เท่ากับ 2.99

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ค่าเฉลี่ยพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที

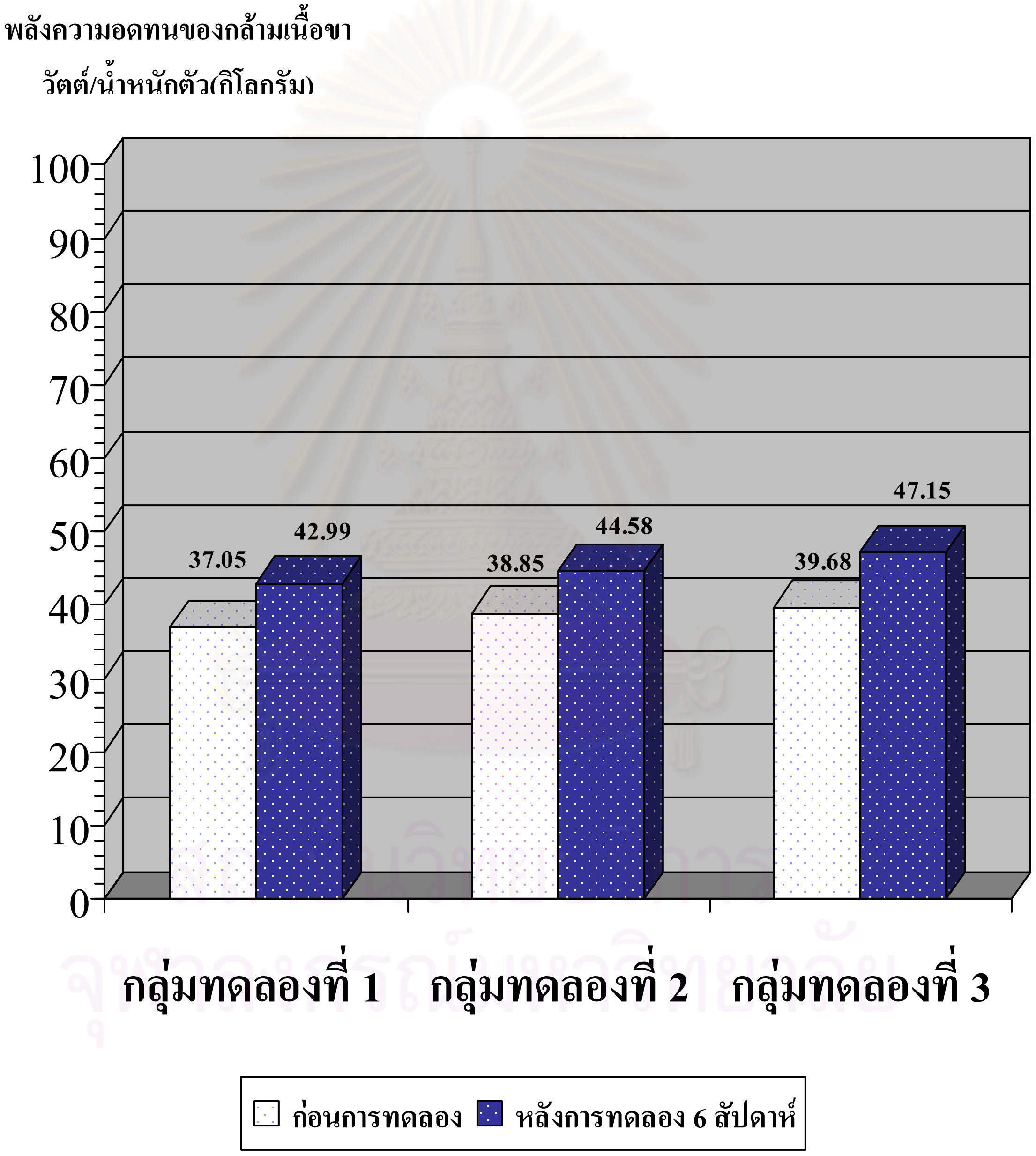
โดยการทดสอบค่าที (t–test) พบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

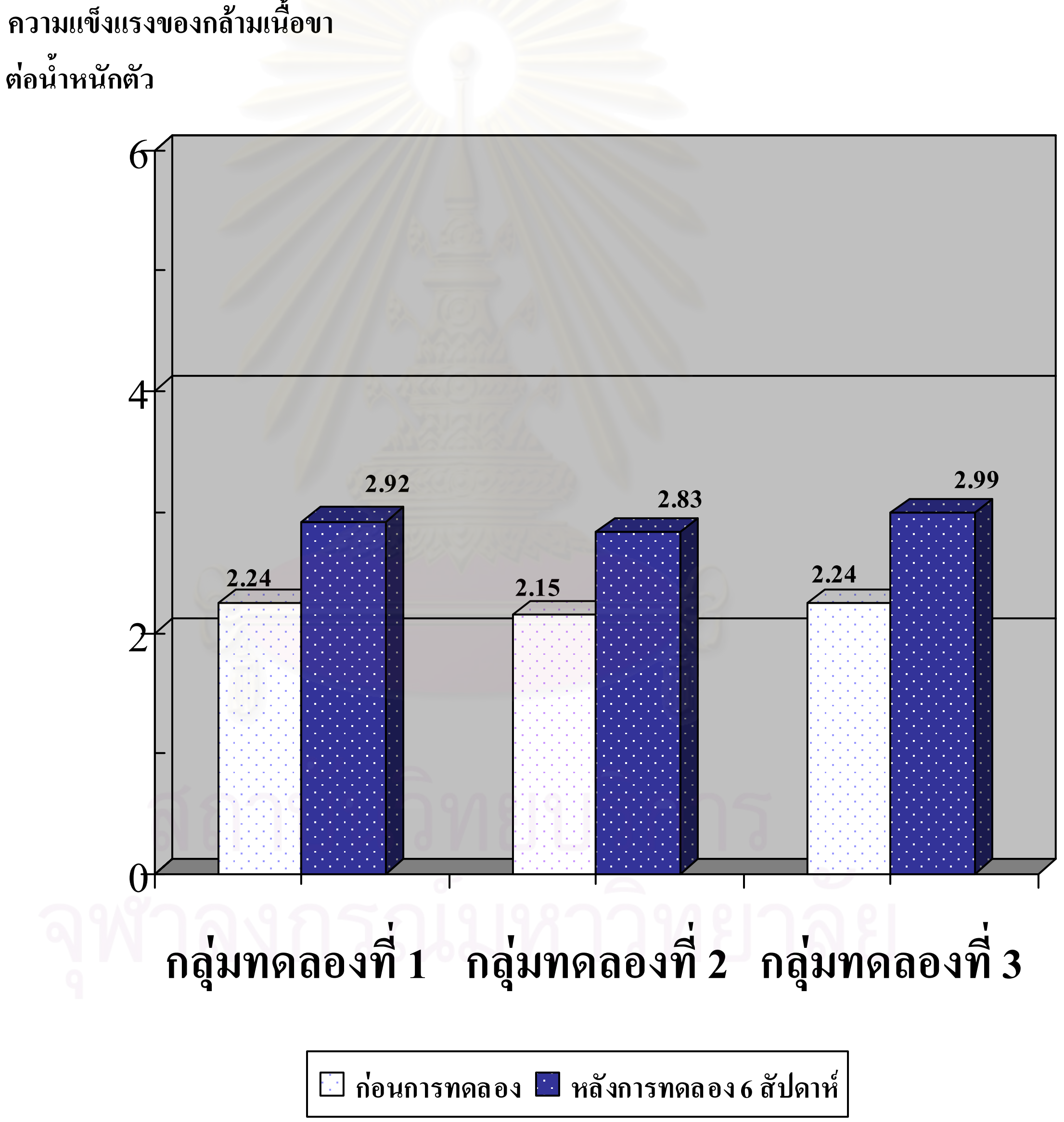
แผนภูมิที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์



แผนภูมิที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์



แผนภูมิที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 6 สัปดาห์



การเปรียบเทียบผลของการฝึก

พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

พัก 3 – 4 นาที (เพิ่ม 12.62 %)	>	พักไม่เกิน 30 วินาที (เพิ่ม 11.97 %)	>	พัก 1 – 2 นาที (เพิ่ม 11.05 %)

พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา

พัก 3 – 4 นาที (เพิ่ม 18.83 %)	>	พักไม่เกิน 30 วินาที (เพิ่ม 16.03 %)	>	พัก 1 – 2 นาที (เพิ่ม 14.75 %)

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

พัก 3 – 4 นาที (เพิ่ม 33.48 %)	>	พักไม่เกิน 30 วินาที (เพิ่ม 31.63 %)	>	พัก 1 – 2 นาที (เพิ่ม 30.36 %)

การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการฝึกต่อคน

พักไม่เกิน 30 วินาที **ใช้เวลาฝึกประมาณ 10 นาที**	พัก 1 – 2 นาที **ใช้เวลาฝึกประมาณ 15 นาที**	พัก 3 – 4 นาที **ใช้เวลาฝึกประมาณ 20 นาที**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-22 ปี จำนวน 36 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งนิสิตทั้ง 36 คนจะต้องสามารถแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็นมุม 135 องศา (Quarter squat) แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น (Heel raise) ได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว โดยจะทำการฝึกในระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ความหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก จะอยู่ที่ 80% ของ 1 อาร์เอ็ม โดยทำการฝึกสองวันต่อสัปดาห์ จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสามกลุ่ม กลุ่มละ 12 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) และทำการฝึกในระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ความหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก จะอยู่ที่ 85% ของ 1 อาร์เอ็ม โดยทำการฝึกสองวันต่อสัปดาห์ คือ ในวันจันทร์และวันพฤหัสบดี ในส่วนของการทดสอบนั้นได้มีการทดสอบทั้งหมดสองครั้งคือ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ โดยค่าต่างๆที่ทำการเก็บรวบรวมประกอบด้วย พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส (SPSS 12 : Statistical package for the social science computer version 12) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน ทดสอบค่า ที (t-test) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที และการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

2. หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที และการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 3 – 4 นาที มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา พบว่าการใช้เวลาพักไม่เกิน 30 วินาที เวลาพัก 1 – 2 นาที และเวลาพัก 3 – 4 นาที มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบในนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีความแข็งแรงพื้นฐานของกล้ามเนื้อขาไม่มากนัก และไม่ได้เป็นนักกีฬาของมหาวิทยาลัย ไม่ว่าจะใช้เวลาพักเท่าใด การพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การใช้เวลาพัก 1 – 2 นาที และเวลาพัก 3 – 4 นาที ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกนั้น ทำให้ผลของการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงของกระบวนการขั้นที่หนึ่งของการฝึกเชิงซ้อนไม่มีอิทธิพลต่อการฝึกพลัยโอเมตริกที่เป็นกระบวนการขั้นที่สองของการฝึกเชิงซ้อน ดังนั้นการใช้เวลาพัก 1 – 2 นาที และเวลาพัก 3 – 4 นาที ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกในแต่ละชุดของการฝึก จึงไม่ใช่การฝึกเชิงซ้อนอย่างแท้จริง และอาจนับได้ว่าเป็นการฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่การฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งจะสอดคล้องกับ ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ที่พบว่าการฝึกเชิงซ้อนและ

การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักมีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบในนักกีฬาของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร อย่างไรก็ตามเมื่อทำการศึกษาในนักกรีฑาทีมชาติไทยที่มีประสบการณ์ในการฝึกมามากแล้ว ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2545) พบว่า การฝึกเชิงซ้อนมีผลต่อความสามารถในการเร่งความเร็วมากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ ชู (Chu, 1996) ที่ได้เสนอแนะว่า การฝึกเชิงซ้อนเหมาะสำหรับนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกมามากแล้ว และไม่สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อได้จากวิธีการฝึกปกติ ดังนั้นการฝึกเชิงซ้อน หรือการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนักในผู้ที่เริ่มฝึก หรือมีประสบการณ์ในการฝึกน้อย จึงมีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อไม่แตกต่างกัน

หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่า การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที หรือเวลาพัก 1 – 2 นาที หรือเวลาพัก 3 – 4 นาที ต่างก็ทำให้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ โอ’เช (O’Shea , 2000) ที่เสนอให้ใช้เวลา 3 – 6 สัปดาห์ก่อนการแข่งขัน ในการฝึกความแข็งแรงสูงสุด และพลังกล้ามเนื้อ และชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ที่พบว่าการฝึกเชิงซ้อนเป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีผลทำให้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับเอบเบน และวัตต์ (Ebben and Watts, 1998) ที่ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความถี่ของการฝึกและเวลาพักในการฝึกเชิงซ้อนไว้ว่า มีการฝึก 1 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง 48 – 96 ชั่วโมง ในระยะก่อนการแข่งขันจะมีการฝึกเชิงซ้อน 2 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และเมื่อถึงระยะแข่งขันก็จะลดลงเหลือ 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยการใช้ความหนักในระดับสูง และปริมาณที่ไม่มาก

เมื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกัน พบว่า ผู้ที่พักไม่เกิน 30 วินาที ใช้เวลาในการฝึกทั้งหมดประมาณ 10 นาที ผู้ที่พัก 1 – 2 นาที ใช้เวลาในการฝึกทั้งหมดประมาณ 15 นาที และผู้ที่พัก 3 – 4 นาที ใช้เวลาในการฝึกทั้งหมดประมาณ 20 นาที ถึงแม้ว่าผู้ที่ใช้เวลาพัก 3 – 4 นาที จะมีเปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อขามากกว่าผู้ที่ใช้เวลาพักไม่เกิน 30 วินาที และผู้ที่ใช้เวลาพัก 1 – 2 นาที ก็ตาม แต่ก็ไม่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นการฝึกเชิงซ้อนที่ใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก และการฝึกพลัยโอเมตริกไม่เกิน 30 วินาที ตามอุดมคติของการฝึกเชิงซ้อนน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการฝึกนักกีฬาทั้งประเภทบุคคล และประเภททีมที่ประหยัดเวลาในการฝึก โดยใช้เวลาในการฝึกน้อยแต่เกิดการพัฒนาความแข็งแรงและ

พลังกล้ามเนื้อมาก ตลอดจนสามารถใช้ฝึกให้กับนักกีฬาที่เริ่มฝึกใหม่ และนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกมามากแล้วอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

1. การฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก ไม่เกิน 30 วินาที มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัว ใกล้เคียงกับการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก 1 – 2 นาที และ 3 – 4 นาที ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬา เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของรูปแบบการฝึกซ้อม เพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัว ซึ่งประหยัดเวลาในการฝึกในแต่ละครั้ง จึงสามารถนำไปใช้ฝึกกับนักกีฬาที่มีจำนวนมากได้เป็นอย่างดี

2. การฝึกด้วยโปรแกรมฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัวมาก ตลอดจนทำให้ความสามารถในการกระโดดดีขึ้น จึงมีความเหมาะสมในการนำรูปแบบโปรแกรมการฝึกดังกล่าวไปเป็นแนวทางพัฒนากับการฝึกทักษะอื่นๆ โดยเฉพาะประเภทกีฬาที่ใช้กล้ามเนื้อขา

3. การฝึกด้วยโปรแกรมฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัว แต่เป็นการฝึกที่มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในกล้ามเนื้อและข้อต่อที่ใช้ในการฝึก ดังนั้นนักกีฬาที่จะใช้โปรแกรมการฝึกดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีทักษะในท่าฝึกที่ถูกต้องอีกด้วย จึงไม่เหมาะสมกับนักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่นหรือนักกีฬาที่ไม่มีพื้นฐานความแข็งแรงเพียงพอ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขานี้ไปทดลองทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างประชากรในระดับอื่นๆ เช่นนักกีฬาในระดับสูงต่อไป

2. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อน กับการฝึกในลักษณะต่างๆ เพื่อให้ได้แบบฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนักกีฬาประเภทต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อในส่วนอื่นๆของร่างกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

พิชิต ภูติจันทร์. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2535.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. **การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. **ผลของการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการเร่งความเร็วของนักวิ่ง 100 เมตร ทีมชาติไทย.** รายงานผลการวิจัย ทุนสนับสนุนการศึกษาวิจัย ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2545.

ชูศักดิ์ เวชแพทย์. **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย.** กรุงเทพฯ: ดวงกมลการพิมพ์, 2536.

ธีรวิทย์ ชีตะลักษณ์. **ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบหมุนเวียนที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษาชายในระดับปริญญาตรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

ถาวร กมุทศรี. **ผลการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักที่มีต่อกำลังกล้ามเนื้อขา.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

ภูสิต ถาดา. **การเปรียบเทียบผลระหว่างการฝึกไอโซโทนิค ควบคู่พลัยโอเมตริก ไอโซเมตริก ควบคู่พลัยโอเมตริก ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาและแขน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สุชาติ โสมประยูร. **วิ่งสมาธิ สู่เส้นทางสุขภาพและสมรรถภาพที่สมบูรณ์.** กรุงเทพฯ: เทพนิมิตการพิมพ์, 2535

ภาษาอังกฤษ

Adams, k., O'Shea, J., O'Shea, K., and Climstein, M. The effect of six weeks of squat, plyometrics and squat-plyometric training on power production. **Journal of Applied Sport Science Research** 6 (1992): 36-41.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Baker, D. Acute and long - term power responses to power training: Observations on the training of an elite power athlete. **National Strength and Conditioning Association Journal** 23 (February 2001): 47 - 56.

Berger, R.A. Optimum repetitions for the development of strength. **Research Quarterly** 33 (May 1962): 334 - 339.

Bloomfield, J., Ackland, T.R., and Elliott, B.C. **Applied anatomy and biomechanics in sport.** Melbourne ; Blackwell Scientific Publications, 1994.

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

Bompa, O., and Cornacchia, **Journal Serious strength training.** Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

Bompa, O. **Periodization training for sports**: Agility and strength training. Toronto: Veritas Publishing, 1999.

Chu, D.A. **Explosive power & strength**. Champaign, IL: Human Kinrtics, 1996.

Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., and Bryce, G.R. The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. **Research Quarterly** 54 (1983): 5-10.

Cohen, **Journal Statistical power analysis for the behavioral scienes**. 2 nd ed. Hillsdale, NL: Erlbaum, 1988.

Conley, M.S., and Rozenek, R. Health aspects of resistance exercise and training. **National Strength and Conditioning Association Journal** (December 2001): 9 - 23.

Dintiman, G.,Ward, B., and Tellez, T. **Sport speed**. 2 nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.

Duke, S., and Eliyahu, D.B. Plyometrics : Optimizing athletic performance through the development of assessed by vertical leap ability : An observational study. **Chiropractic Sport Medicine** 6(1) 10-15.1992.

Evan, A.K., T.D. Hodgkins, M.P. Durham, J.M. Berning, and K.J. Adams. The acute effects of a 5RM bench press on power output. **Medicine & Science in Sport & Exercise.** 32:S311.2000.

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

Fleck, S.T., and Kremer, W.J. **Designing resistance Training Programs**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1987.

Fleck, S.T., and Kremer, W.J. **Designing resistance Training Programs**. 2 nd ed. Champaign, IL : Human Kinetics, 1997.

Fox. E.L.; Bowes, R.w.; Foss, M.L. **The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.** Dubuque, Iowa. Wm. C. Brown Publishers, 1989.

Hedrick, A. Training for hypertrophy. **National strength and Conditioning Association Journal** (June 1995): 22 – 29.

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

Hydock, D. The weightlifting pull in power development. **National Strength and Conditioning Association Journal** (February 2001): 32 – 37.

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

Kraemer, W.J. **Neuroendocrine responses to resistance exercise. In T.R. Baechle (ed.), Essentials of strength training and conditioning**, pp. 86 – 107. Champaign, IL: Hyman Kinetics, 1994.

Kritpet, T.T. The effects of six weeks of squat and plyometric training on power production. **(Oregon state University) Dissertation Abstracts International.** 50 (1988): 1244-A.

Luaber, C.A. The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

weight training and plyometic training: **Dissertation Abstracts International.** 31 (1993): 1465-A.

Manning, J.M., Dooly-Manning, and Perrin, D.H. Factor analysis of various anaerobic power tests. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness** 28 (June 1998): 138-144.

McArdle, D., Katch, L., and Katch, L. **Exercise physiology**. 4 th ed. Baltimore : Williams & Wilkins, 1996.

Newton, R.U., and Kraemer,W.J. Developing explosive muscular power : Implications for a mixed methods training strategy, **National Strength and Conditioning Association Journal.** (October 1994) : 20-31.

O'Shea, K.L., and O,Shea, J.P. Functional isometric weight training : Its effects on dynamic and static strenght. **Journal of Applied Spots Science Research** 3 (1989): 30-33.

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

Pearson, D. Periodization at a Glance. **National Strength and Conditioning Association Journal** (April 1999): 52-53.

Pearson, D. The National Strength and Conditioning Association's basic guidelines for the resistance training of athletes. **National Strength and Conditioning Association Journal** (August 2000) : 14-27.

Radcliffe, J.C., and J.L. Radcliffe. Effects of different warm up protocols on peak power output during a single response jump task . **Medicine & Science in Sport & Exercise.** 28:S189, 1999.

Randall L. Jensen and William P. Ebben. Kinetic Analysis of complex training Rest Interval Effect on Vertical Jump Performance.**Journal of strength and Conditioning Research**, (2003), 17(2), 345-349.

Rutherford, O., Greig, C., Sargent, A., and Jones, D. Strength training and power output:

Transference effects in the human quadriceps muscle. **Journal of Sports Science** 4 (1986): 101 – 107.

Schmidtbleicher, D. **Muscular mechanics and neuromuscular control**. Champaign, IL : Human Kinetics, 1988.

Schmidtbleicher, D. Training for power events. In P.V.Komi (ed.), **Strength and power in sport,** pp. 381 – 395. London : Blackwell Scientific, 1992.

Schoenfeld, B. Repetition and muscle hypertrophy. **National Strength and Conditioning Association Journal** (December, 2000): 67 – 69.

Smilios I, Pilianidis T, Sotiropoulos K, Antonakis M, Tokmakidis SP. Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. **Journal Strength Cond Res.**2005 Feb; 19(1): 135-9

Stone, M., and H. O'Bryant. **Weight training : Scientific approach**. Minneapolis : Burgess International. 1987.

Tesch, P.A. **Training for bodybuilding In P.V.Komi (ed.), Strength and power in sport,** pp. 370 – 380. London : Blackwell Scientific, 1992.

Tricoli V, Lamas L, Carnevale R, Ugrinowitsch C.Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs.vertical jump training programs. **Journal Strength Cond Res**. 2005 May;19(2): 433-7.

Verkhoshansky, Y. and Tatyan, V. **Speed-Strength preparation of future champions.** Legkaya Atlelika 2 (1973): 12.13.

Verkhoshansky, Y. Speed-strength preparation and development of strength endurance of athletes in various specializations. **Soviet Sports Review** 21 (1986): 120-124.

Wagner, D.R. Skeletal mascle growth : Hypertrophy and hyperplasia. **National Strength and Conditioning Association Journal** (October 1996) : 38 – 39.

Wathen, D., and Roll, F. **Training methods and modes**. In T.R. Baechle (ed.), Essentials of strength training and conditioning, pp.403. Champaign, IL : Human kinetics, 1994.

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

Wilk KE, Voight ML, et al. Stretch-shortening drills for the upper extremities : theory and clinical application. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. (May 1993): 17(15): 225-39

William P.Ebben. Program in Exercise Science. **Journal of SportynScience and Medicine** (2002): 1, 42-46.

William P.Ebben, Randall L. Jensen, and Douglas O. Blackard. Ectromgraphic and Kinetic of Complex Training Variables. **The Journal of Strength and Conditioning Research** (2000):Vol 14, No.4, pp.451-456.

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

Wilson, G.J., Strength and Power in sport In J.Bloomfield, T.R. Ackland and B.C.Eliott (eds.) **Applied anatomy and biomechanics**, pp. 110 – 208. Melbourne Blackwell Scientific Poblication, 1994.

Young, W.B., A. Jenner, and K. Griffiths. Acute enhancement of power performance from heavy load squats. **Journal of Strength and Conditioning Research.** Res. 12:82-84,1999.

Zatsiorsky, V.M. **Science and practice of strength training**. Champaiogn, IL : Human Kinetics, 1995.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข่าเป็น 135 องศา (Quarter squat)

ขั้นตอนที่ 1 ท่าเริ่มต้น

1. ยืนตรงให้เท้าทั้งสองห่างกันเท่าความกว้างของช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าแยกออกจากกันเล็กน้อย
2. จับบาร์ให้กระชับมือทั้งสองข้างห่างกันมากกว่าความยาวช่วงไหล่ จากนั้นค่อยๆ วางบาร์ลงบนบ่าทั้งสองข้างอย่างสมดุล
3. ยืนตัวตรงตามองข้างหน้าตั้งสมาธิก่อนการฝึก

ขั้นตอนที่ 2 จังหวะย่อตัว

1. ค่อยๆย่อตัวลงพร้อมกับรักษาสมดุลของบาร์ ไม่ให้บาร์แกว่งไปมา ให้เข่าทำมุม 135 องศา หลังตรงไม่งอ รักษาระดับเข่าไม่ให้เลยปลายเท้าตามองตรงไปข้างหน้า
2. จัดลำตัวให้ตั้งตรงและมั่นคง ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติเท้าทั้งสองข้างแนบลงกับพื้น

ขั้นตอนที่ 3 จังหวะยกตัวขึ้น

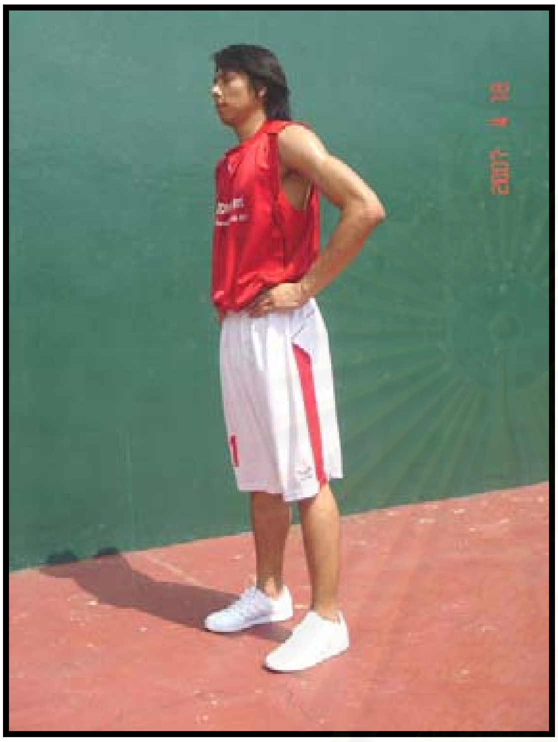
1. ออกแรงเหยียดสะโพก เหยียดเข่าและเหยียดข้อเท้าขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างแรงและรวดเร็ว เมื่อขาตึงแล้วให้เขย่งปลายเท้าตามขึ้นไปพยายามรักษาสมดุลของบาร์ให้มั่นคง
2. จัดลำตัวให้หลังเหยียดตึง มือทั้งสองข้างจับบาร์อย่างมั่นคง ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติ
3. กลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การฝึกด้วยพลัยโอเมตริก



ขั้นตอนที่ 1 ท่าเริ่มต้น

1. ยืนตรงให้เท้าทั้งสองห่างกันเท่าความกว้างของช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าแยกออกจากกันเล็กน้อย
2. ให้มือเท้าเอวไว้ตลอดการทดลอง
3. ยืนตัวตรงตามองข้างหน้าตั้งสมาธิก่อนการฝึก

ขั้นตอนที่ 2 จังหวะย่อตัว

1. ค่อยๆย่อตัวลงให้เข่าเป็นมุม 135 องศา หลังตรงไม่งอ รักษาระดับเข่าไม่ให้เลยปลายเท้าตามองตรงไปข้างหน้า
2. จัดลำตัวให้ตั้งตรงและมั่นคง ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติเท้าทั้งสองข้างแนบลงกับพื้น รักษาสมดุลของร่างกายไว้ไม่ให้เสียการทรงตัว

ขั้นตอนที่ 3 จังหวะกระโดด

1. จากนั้นกระโดดโดยออกแรงเหยียดสะโพก เหยียดเข่าและเหยียดข้อเท้าขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างแรงและรวดเร็ว
2. ขณะลอยอยู่ในอากาศขาตึงไม่งอหรือพับขา ลำตัวตรง
3. ลงสู่พื้นด้วยเท้าทั้งสองข้างพร้อมกัน กลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

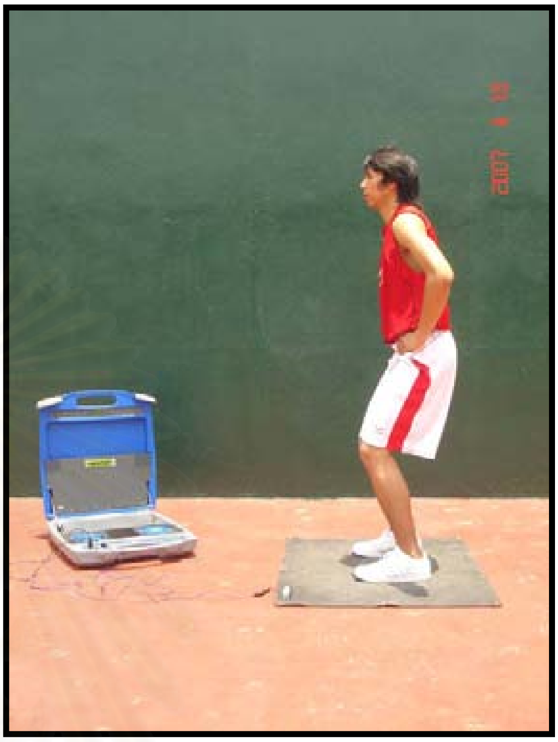
วิธีทดสอบสมรรถภาพทางกาย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่ใช้เป็นตัวแปรในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
2. แบบทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขา
3. แบบทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

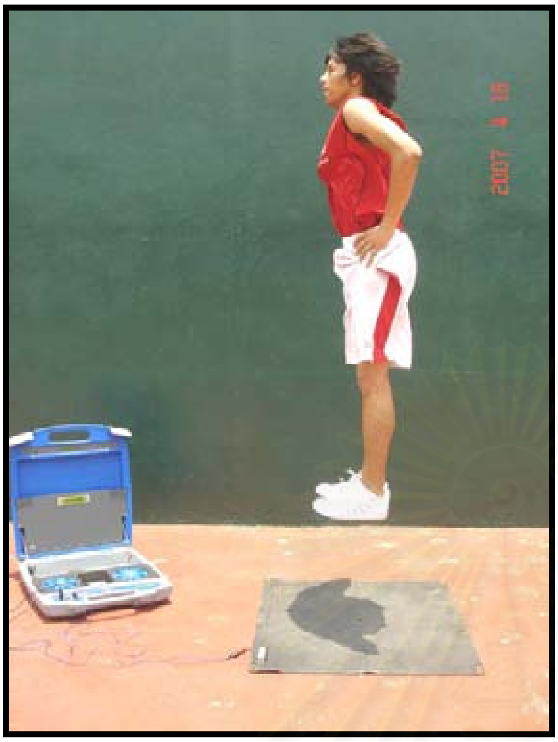
แบบทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา



วิธีการทดสอบ

1. ติดตั้งเครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อ นิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300 (Newtest powertimer SW-300) โดยใช้แผ่นทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
2. ให้นักกีฬาเตรียมความพร้อม อบอุ่นร่างกายให้เสร็จสิ้น และพร้อมทำการทดสอบ
3. อธิบายวิธีการทดสอบให้นักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบเข้าใจโดยละเอียด
4. ให้นักกีฬาเข้ามายืนบนแผ่นยาง ยืนตรงโดยแยกเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่ มือเท้าเอวไว้ ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติ
5. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณจากตัวเครื่อง ย่อตัวลงให้เข่าเป็นมุมประมาณ 135 องศา มือเท้าเอวไว้ หลังตรง เท้าทั้งสองข้างแนบกับพื้น รักษาสมดุลของร่างกายไว้ไม่ให้เสียการทรงตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



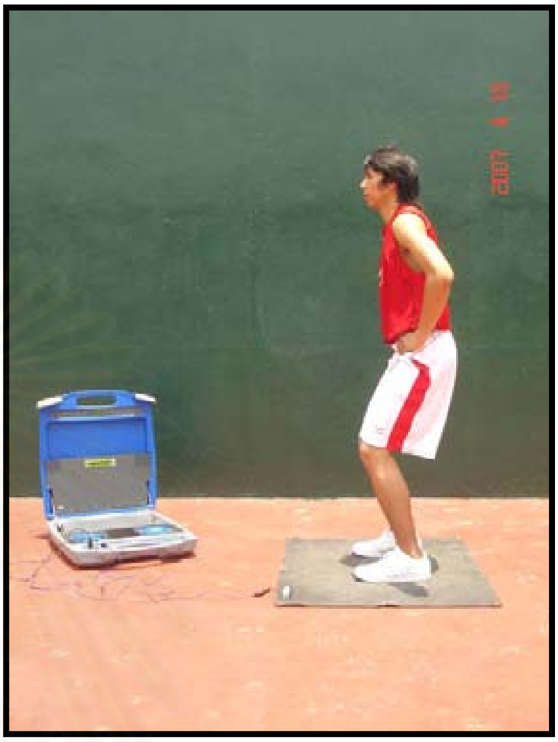
6. จากนั้นออกแรงกระโดดให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ใช้มือช่วยให้เท้าเอวไว้ตลอดช่วงการทดสอบ

7. ขณะที่นักกีฬาลงสู่พื้นนั้นให้เท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับแผ่นทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อพร้อมกัน ไม่ควรใช้เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสกับแผ่นยางเพียงอย่างเดียว

8. รักษาสมดุลของร่างกายไม่ให้เสียการทรงตัว เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณอีกครั้งให้นักกีฬาเดินออกจากแผ่นยางเป็นอันเสร็จสิ้นการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขา



วิธีการทดสอบ

1. ติดตั้งเครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อ นิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ SW-300 (Newtest powertimer SW-300) โดยใช้แผ่นทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

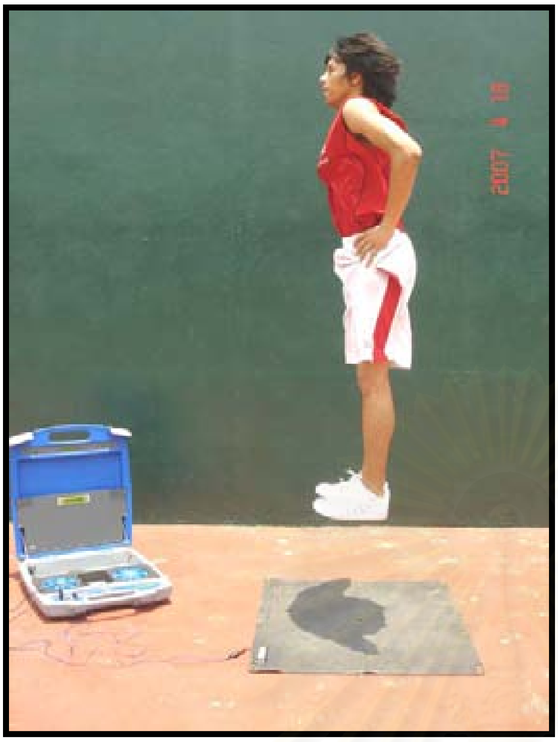
2. ให้นักกีฬาเตรียมความพร้อม อบอุ่นร่างกายให้เสร็จสิ้น และพร้อมทำการทดสอบ

3. อธิบายวิธีการทดสอบให้นักกีฬาที่เข้ารับการทดสอบเข้าใจโดยละเอียด

4. ให้นักกีฬาเข้ามายืนบนแผ่นยาง ยืนตรงโดยแยกเท้ากว้างประมาณช่วงไหล่ มือเท้าเอวไว้ ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติ

5. เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณจากตัวเครื่อง ย่อตัวลงให้เข่าเป็นมุมประมาณ 135 องศา มือเท้าเอวไว้ หลังตรง เท้าทั้งสองข้างแนบกับพื้น รักษาสมดุลของร่างกายไว้ไม่ให้เสียการทรงตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



7. ออกแรงกระโดดให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 30 วินาที โดยไม่ใช้มือช่วยให้เท้าเอวไว้ตลอดช่วงการทดสอบ

8. ขณะที่นักกีฬาลงสู่พื้นนั้นให้เท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับแผ่นทดสอบพลังความอดทนของกล้ามเนื้อพร้อมกัน ไม่ควรใช้เท้าข้างใดข้างหนึ่งสัมผัสกับแผ่นยางเพียงอย่างเดียวแล้วกระโดดขึ้นต่อเนื่อง

9. รักษาสมดุลของร่างกายไม่ให้เสียการทรงตัวและอยู่ในบริเวณแผ่นยางตลอด เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณอีกครั้งจึงหยุดการกระโดด ให้นักกีฬาเดินออกจากแผ่นยางเป็นอันเสร็จสิ้นการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

ขั้นตอนที่ 1 ท่าเริ่มต้น

1. ยืนตรงให้เท้าทั้งสองห่างกันเท่าความกว้างของช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าแยกออกจากกันเล็กน้อย
2. จับบาร์ให้กระชับมือทั้งสองข้างห่างกันมากกว่าความยาวช่วงไหล่ จากนั้นค่อยๆ วางบาร์ลงบนบ่าทั้งสองข้างอย่างสมดุล
3. ยืนตัวตรงตามองข้างหน้าตั้งสมาธิก่อนการฝึก

ขั้นตอนที่ 2 จังหวะย่อตัว

1. ค่อยๆย่อตัวลงพร้อมกับรักษาสมดุลของบาร์ ไม่ให้บาร์แกว่งไปมา ให้เข่าทำมุม 135 องศา หลังตรงไม่งอ รักษาระดับเข่าไม่ให้เลยปลายเท้าตามองตรงไปข้างหน้า
2. จัดลำตัวให้ตั้งตรงและมั่นคง ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติเท้าทั้งสองข้างแนบลงกับพื้น

ขั้นตอนที่ 3 จังหวะยกตัวขึ้น

1. ออกแรงเหยียดสะโพก เหยียดเข่าและเหยียดข้อเท้าขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างแรงและรวดเร็ว เมื่อขาตึงแล้วให้เขย่งปลายเท้าตามขึ้นไปพยายามรักษาสมดุลของบาร์ให้มั่นคง
2. จัดลำตัวให้หลังเหยียดตึง มือทั้งสองข้างจับบาร์อย่างมั่นคง ศีรษะอยู่ในลักษณะปกติ
3. กลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง

วิธีการกำหนดน้ำหนักในการยก นิสิตแต่ละคนต้องยกให้ได้มากที่สุดไม่เกิน 6 ครั้ง โดยมีค่ากำหนดดังนี้

- ความหนัก 100% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 1 ครั้ง
- ความหนัก 95% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 2 ครั้ง
- ความหนัก 93% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 3 ครั้ง
- ความหนัก 90% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 4 ครั้ง
- ความหนัก 87% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 5 ครั้ง
- ความหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม จะสามารถยกได้ 6 ครั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม	คณบดีคณะวิทยาศาสตรการกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิลักษณ์ เทียนทอง	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์เอกวิทย์ แสวงผล	อาจารย์ประจำสถาบันการผลศึกษาวิทยาเขตกรุงเทพ
4. พ.อ.อ.อานัต หัตถา	นักวิชาการ การกีฬาแห่งประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท ปทุมวัน กทม. ๑๐๓๓๐

๑๐ สิงหาคม ๒๕๔๔

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบฝึก

เรียน ผู้ทรงคุณวุฒิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์
๒. โปรแกรมการฝึก

ด้วย นายศราวุฒิ คุณาธรรม นิสิตประจำแขนงวิชาสรีรวิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนโดยใช้เวลาพักระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกแตกต่างกันที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา" ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อประกอบการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การควบคุมของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาในการวิจัยนี้ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาใคร่ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจแบบฝึกดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบฝึกด้วย จักเป็นพระคุณยิ่งและขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)
ประธานแขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้ร่วมการวิจัย

อันดับ	รายชื่อ	อายุ	ส่วนสูง	น้ำหนักก่อนการทดลอง	น้ำหนักหลังการทดลอง
1	นายเกียรติวัฒน์ ประดิษฐงาน	21	180	61.4	64.6
2	นายจิรยุทธ โสมขันเงิน	21	174	57.0	58.4
3	นายฐิติ ลิมบันภากิจ	20	173	80.2	82.0
4	นายธันยวีร์ ไพโรจน์สารกร	21	174	56.0	58.0
5	นายประยูร สอนชา	22	172	60.6	61.2
6	นายพัฒน์เบล กุณรทีรัชดาลัย	23	167	60.2	60.0
7	นายภาสนันท์ สุขตัว	21	171	67.2	67.0
8	นายร่มเกล้า แสวงผล	22	169	67.4	66.2
9	นายณัฏฐ์ทไชย รัตนโสภิตกุล	20	185	78.8	78.2
10	นายเฉลิม เทียมทนงค์	19	180	66.2	69.2
11	นายปฐมพงศ์ ศรีสุวรรณกูล	19	180	63.6	64.8
12	นายภาสกร วาสะสิริ	20	176	67.2	68.4
13	นายอานนท์ โนนทะภา	19	170	60.2	60.0
14	นายกิจจา ถนอมสิงหะ	19	173	56.6	60.0
15	นายจุฑาฤทธิ์ ชุณหธิติ	19	180	73.2	72.0
16	นายเชาว์วิชญ์ การย์เกื้อกูล	18	172	59.6	59.2
17	นายธีระพล สุทธินันท์	19	174	70.0	71.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อันดับ	รายชื่อ	อายุ	ส่วนสูง	น้ำหนักก่อนการทดลอง	น้ำหนักหลังการทดลอง
18	นายนันทิช อัศววิภาส	19	172	58.2	58.2
19	นายนิติรักษ์ แก้วมี	18	177	61.0	62.6
20	นายพีร์ ด่านโพธิวัฒน์	19	173	60.8	62.4
21	นายภัทระ สิรธนาการณ์	19	182	79.2	81.8
22	นายโมรียา ก้องวัฒนา	18	183	90.0	89.8
23	นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์	20	168	85.6	85.2
24	นายอนวัช บุญเกิด	18	180	76.6	77.0
25	นายอานุภาพ โรจน์รุ่งเรืองกิจ	18	180	69.2	69.0
26	นายเอกฉัตร คลี่ขจาย	18	189	77.0	78.6
27	นายณศิริค พิลารักษ์	19	170	50.0	51.5
28	นายพรวศิน ไชยสุกัลย์	18	158	55.4	55.8
29	นายวิชชา เลิศวิภาตระกูล	18	174	66.9	66.8
30	นายโศรัจ แววิริยะ	18	174	54.2	55.2
31	นายสรศักย์ ชัยสถาผล	19	177	72.4	73.8
32	นายอภิโชติ ชดช้อย	20	184	84.6	86.0
33	นายอภินันท์ นิติมงคลวาร	19	172	58.2	58.0
34	นายอัสรี สะอีดี	19	176	64.6	66.0
35	นายฐาปนวัฒน์ สุขปาสะ	19	165	50.4	52.0
36	นายจตุพันธ์ ปัญจมนัส	18	173	62.2	64.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลการฝึก

อันดับ	รายชื่อ	เดือน ธันวาคม						เดือน มกราคม		
		จ. ที่4	พฤ. ที่7	พฤ. ที่14	จ. ที่18	พฤ. ที่21	จ. ที่25	พฤ. ที่ 4	จ. ที่8	พฤ. ที่11
1	นายเกียรติวัฒน์ ประดิษฐงาน	85 kg	100 kg	120 kg	130 kg	150 kg	150 kg	150 kg	160 kg	170 kg
2	นายจิรยุทธ โสมขันเงิน	85 kg	100 kg	100 kg	110 kg	120 kg	130 kg	130 kg	140 kg	150 kg
3	นายฐิติ ลิมบันภากิจ	85 kg	100 kg	130 kg	140 kg	140 kg	140 kg	150 kg	150 kg	160 kg
4	นายธันยวีร์ ไพโรจน์สารกร	85 kg	100 kg	100 kg	120 kg	130 kg	140 kg	140 kg	160 kg	160 kg
5	นายประยูร สอนชา	85 kg	100 kg	100 kg	110 kg	120 kg	130 kg	140 kg	140 kg	150 kg
6	นายพัฒน์เบล กุณฑรีรัชดาลัย	85 kg	100 kg	100 kg	120 kg	130 kg	130 kg	140 kg	140 kg	160 kg
7	นายภาสนันท์ สุขตัว	85 kg	100 kg	110 kg	120 kg	120 kg	130 kg	130 kg	140 kg	140 kg
8	นายร่มเกล้า แสวงผล	85 kg	100 kg	ขาด	110 kg	120 kg	130 kg	130 kg	150 kg	160 kg
9	นายณัฏฐ์ทไชย รัตนโสภิตกุล	85 kg	100 kg	130 kg	130 kg	140 kg	140 kg	150 kg	150 kg	160 kg
10	นายเฉลิม เทียมทนงค์	85 kg	100 kg	120 kg	130 kg	140 kg	ขาด	150 kg	160 kg	180 kg
11	นายปฐมพงศ์ ศรีสุวรรณกูล	85 kg	100 kg	130 kg	130 kg	ขาด	150 kg	150 kg	160 kg	170 kg
12	นายภาสกร วาสะสิริ	85 kg	100 kg	110 kg	130 kg	150 kg	160 kg	170 kg	180 kg	180 kg
13	นายอานนท์ โนนทะภา	85 kg	100 kg	130 kg	130 kg	140 kg	ขาด	ขาด	160 kg	160 kg
14	นายกิจจา ถนอมสิงหะ	85 kg	100 kg	120 kg	120 kg	140 kg	140 kg	150 kg	155 kg	180 kg
15	นายจุฑาฤทธิ์ ชุณหธิติ	85 kg	100 kg	120 kg	120 kg	130 kg	140 kg	150 kg	150 kg	160 kg
16	นายเชาว์วิชญ์ การย์เกื้อกูล	85 kg	100 kg	130 kg	130 kg	140 kg	150 kg	150 kg	160 kg	180 kg

อันดับ	รายชื่อ	เดือน ธันวาคม						เดือน มกราคม		
		จ. ที่4	พฤ. ที่7	พฤ. ที่11	จ. ที่18	พฤ. ที่21	จ. ที่25	พฤ. ที่ 4	จ. ที่8	พฤ. ที่11
17	นายธีระพล สุทธินันท์	85 kg	100 kg	120 kg	120 kg	130 kg	140 kg	150 kg	150 kg	165 kg
18	นายนันทิช อัศววิภาส	85 kg	100 kg	110 kg	110 kg	120 kg	130 kg	130 kg	145 kg	150 kg
19	นายนิติรักษ์ แก้วมี	85 kg	100 kg	110 kg	110 kg	120 kg	130 kg	130 kg	145 kg	150 kg
20	นายพีร์ ด่านโพธิวัฒน์	85 kg	100 kg	120 kg	ขาด	130 kg	150 kg	150 kg	165 kg	180 kg
21	นายภัทระ สิรธนาการณ์	85 kg	100 kg	140 kg	145 kg	150 kg	เจ็บคอ	เจ็บคอ	155 kg	เจ็บคอ
22	นายโมรียา ก้องวัฒนา	85 kg	100 kg	150 kg	150 kg	150 kg	155 kg	165 kg	170 kg	180 kg
23	นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์	85 kg	100 kg	140 kg	130 kg	130 kg	140 kg	150 kg	165 kg	180 kg
24	นายอนวัช บุญเกิด	85 kg	100 kg	140 kg	140 kg	140 kg	150 kg	150 kg	155 kg	160 kg
25	นายอานุภาพ โรจน์รุ่งเรืองกิจ	85 kg	100 kg	140 kg	140 kg	150 kg	160 kg	160 kg	165 kg	180 kg
26	นายเอกฉัตร คลี่ขจาย	85 kg	100 kg	140 kg	145 kg	150 kg	150 kg	เจ็บเข่า	160 kg	170 kg
27	นายณศิริค พิลารักษ์	85 kg	100 kg	130 kg	140 kg	140 kg	150 kg	155 kg	155 kg	180 kg
28	นายพรวศิน ไชยสุกัลย์	85 kg	100 kg	120 kg	110 kg	130 kg	140 kg	140 kg	140 kg	145 kg
29	นายวิชชา เลิศวิภาตระกูล	85 kg	100 kg	130 kg	140 kg	145 kg	150 kg	155 kg	155 kg	165 kg
30	นายโศรัจ แววิริยะ	85 kg	100 kg	ขาด	120 kg	130 kg	130 kg	140 kg	145 kg	150 kg
31	นายสรศักย์ ชัยสถาผล	85 kg	100 kg	130 kg	130 kg	140 kg	150 kg	160 kg	160 kg	170 kg
32	นายอภิโชติ ชดช้อย	85 kg	100 kg	120 kg	130 kg	130 kg	140 kg	150 kg	150 kg	160 kg
33	นายอภินันท์ นิติมงคลวาร	85 kg	100 kg	120 kg	120 kg	130 kg	130 kg	140 kg	140 kg	150 kg

อันดับ	รายชื่อ	เดือน ธันวาคม						เดือน มกราคม		
		จ. ที่4	พฤ. ที่7	พฤ. ที่11	จ. ที่18	พฤ. ที่21	จ. ที่25	พฤ. ที่ 4	จ. ที่8	พฤ. ที่11
34	นายอัสรี สะอีดี	85 kg	100 kg	100 kg	120 kg	120 kg	130 kg	140 kg	140 kg	150 kg
35	นายฐาปนวัฒน์ สุขปาสะ	85 kg	100 kg	120 kg	120 kg	130 kg	130 kg	140 kg	140 kg	150 kg
36	นายจตุพันธ์ ปัญจมนัส	85 kg	100 kg	ขาด	110kg	120 kg	ขาด	130 kg	140 kg	เจ็บขา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลผลการทดลองของกลุ่มที่ 1

อันดับ	รายชื่อ	Explosive power		Power endurance		ความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัว	
		ก่อน (w/kg)	หลัง (w/kg)	ก่อน (w/kg)	หลัง (w/kg)	ก่อน	หลัง
1	นายกิจจา ถนอมสิงหะ	54.98	60.78	47.45	53.25	2.49	3.53
2	นายปฐมพงศ์ ศรีสุวรรณกูล	58.8	69.14	47.5	48.6	2.4	3.09
3	นายอานนท์ โนนทะภา	49.52	58.23	40.96	42.18	2.54	3.53
4	นายธันยวีร์ ไพโรจน์สารกร	49.95	59.75	35.19	44.99	2.1	3.24
5	นายอภินันท์ นิติมงคลวาร	46.07	52.6	30.58	37.11	2.42	3.04
6	นายวิชชา เลิศวิภาตระกูล	52.26	61.46	38.2	40.92	2.29	2.9
7	นายสรศักย์ ชัยสถาผล	55.09	64.76	44.05	44.56	2.11	2.71
8	นายเกรียรติวัฒน์ ประดิษฐงาน	46.73	57.2	34.84	45.31	2.3	3.09
9	นายณัฏฐ์ทไชย รัตนโสภิตกุล	48.6	53.7	35.66	40.76	1.94	2.4
10	นายนิติรักษ์ แก้วมี	44.08	58.87	23.85	38.64	2.12	2.82
11	นายอนวัช บุญเกิด	43.3	51.14	32.45	40.29	2.15	2.44
12	นายภัทระ สิรธนาการณ์	44.86	50.19	33.94	39.27	2.08	2.3
รวม		49.52	58.15	37.05	42.99	2.24	2.92

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลผลการทดลองของกลุ่มที่ 2

อันดับ	รายชื่อ	Explosive power		Power endurance		ความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัว	
		ก่อน (w/kg)	หลัง (w/kg)	ก่อน (w/kg)	หลัง (w/kg)	ก่อน	หลัง
1	นายพีร์ ด่านโพธิวัฒน์	60.53	68.16	45.97	46.35	2.32	3.39
2	นายโศรัจ แวววิริยะ	65.49	69.17	44.4	48.08	2.6	3.2
3	นายจตุพันธ์ ปัญจมนัส	58.41	59.2	39.4	40.19	1.81	2.72
4	นายประยูร สอนชา	52.95	61.64	44.56	53.25	2.13	2.88
5	นายร่มเกล้า แสวงผล	53.93	54.8	37.94	38.81	1.92	2.84
6	นายพรวศิน ไชยสุกัลย์	43.21	49.86	28.05	34.7	2.55	3.06
7	นายอานุภาพ โรจน์รุ่งเรืองกิจ	52.15	69.61	36.88	54.34	2.38	3.07
8	นายอัสรี สะอีดี	48.92	55.21	36.66	42.95	2.18	2.67
9	นายธีระพล สุทธินันท์	47.96	57.38	41.16	50.58	2.02	2.7
10	นายเอกฉัตร คลี่ขจาย	46.56	52.02	37.05	42.51	2.14	2.54
11	นายจุฑาฤทธิ์ ชุณหธิติ	40.27	46.98	35.81	42.52	1.92	2.61
12	นายฐิติ ลิมบันภากิจ	45.42	47.78	38.33	40.69	1.91	2.29
รวม		51.32	57.65	38.85	44.58	2.15	2.83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลผลการทดลองของกลุ่มที่ 3

อันดับ	รายชื่อ	Explosive power		Power endurance		ความแข็งแรงต่อน้ำหนักตัว	
		ก่อน (w/kg)	หลัง (w/kg)	ก่อน (w/kg)	หลัง (w/kg)	ก่อน	หลัง
1	นายณศิริค พิลารักษ์	61.49	72.91	59.94	78.36	3.06	4.11
2	นายฐาปนวัฒน์ สุขปาละ	54.93	57.04	41.83	44.94	2.71	3.39
3	นายจิรยุทธ โสมขันเงิน	48.2	53.01	33.52	39.33	2.06	3.02
4	นายพัฒน์เบล กุณรทีรัชดาลัย	50.13	55.07	40.91	46.85	1.95	3.14
5	นายเชาว์วิชญ์ การย์เกื้อกูล	47.88	55.24	42.57	49.93	2.57	3.58
6	นายนันทิช อัศววิภาส	45.36	64.09	29.75	48.48	2.22	3.03
7	นายเฉลิม เทียมทนงค์	49.25	54.92	40.13	47.8	2.13	3.06
8	นายภาสกร วาสะสิริ	51.32	55.22	33.49	37.39	1.92	3.09
9	นายภาสนันท์ สุขตัว	46.3	51.87	36.61	42.18	1.92	2.46
10	นายเสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์	53.22	55.92	39	42.7	2.81	2.48
11	นายโมรียา ก้องวัฒนา	52.67	60.36	38.34	46.03	1.96	2.36
12	นายอภิโชติ ชดช้อย	47.08	48.86	40.14	41.92	1.67	2.19
รวม		50.65	57.04	39.68	47.15	2.24	2.99

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : นายศราวุฒิ คุณาธรรม

วันเดือนปีเกิด : 16 ธันวาคม พ.ศ. 2525

สถานที่เกิด : จังหวัดเชียงใหม่

ที่อยู่ในปัจจุบัน : อาคารลุมพีนีเซ็นเตอร์ ซอยสุขุมวิท 77 ถนนสุขุมวิท แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10250

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา) สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2547 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย