ผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

นายนิธิพงศ์ กิมาวหา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-53-2340-3
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING VARIABLE RESISTANCE WEIGHT MACHINE ON LEGS MUSCULAR EXPLOSIVE POWER DEVELOPMENT

Mr. Nitipong Kimavaha

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Physical Education
Department of Curriculum Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-53-2340-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
โดย	นายนิธิพงศ์ กิมาวหา
สาขาวิชา	พลศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต คนึงสุขเกษม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิธิพงศ์ กิมาวหา: ผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา. (EFFECTS OF USING VARIABLE RESISTANCE WEIGHT MACHINE ON LEGS MUSCULAR EXPLOSIVE POWER DEVELOPMENT) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม, 115 หน้า. ISBN 974-53-2340-3

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา อาสาสมัครเข้ารับการทดลองจำนวน 40 คน ที่มีความแข็งแรงพื้นฐาน ในระดับที่สามารถออกแรงจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลค เพรส (Leg press) ได้ระหว่าง 1.5 - 2 เท่าของน้ำหนักตัว แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 กลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำและทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของตูกี เอ Tukey (a)

หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า

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

2. กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พลศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

468 37039 27: MAJOR PHYSICAL EDUCATION
KEY WORD: THE VARIABLE RESISTANCE WEIGHT MACHINE / LEGS MUSCULAR EXPLOSIVE POWER

NITIPONG KIMAVAHA: EFFECTS OF USING VARIABLE RESISTANCE WEIGHT MACHINE ON LEGS MUSCULAR EXPLOSIVE POWER DEVELOPMENT. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. VIJIT KANUNGSUKASEM, Ed.D., 115 pp. ISBN 974-53-2340-3

The purpose of this research was to study and compare the effects of using variable resistance weight machine on legs muscular explosive power development. The subjects were 40 voluntary male students of School of Sport Science, Chulalongkorn University. Who had basic strength capable of applying muscle strength against the variable resistance weight machine level 3 in leg press position between 1.5 - 2 times of their body weights. They were divided into 4 groups with 10 subjects in each group. The first group, the second group and the third group was trained by the variable resistance weight machine level 1, level 2, and level 3, respectively. The fourth group was trained by the variable resistance weight machine by all levels. Each group was trained 3 days a week for 8 weeks. The test of legs muscular explosive power was taken in 3 periods: before the test, 4 weeks after the test and 8 weeks after the test. The data were analyzed in terms of means, standard deviations, One-way Analysis of Variance, One-way Analysis of Variance with Repeated Measurement and Multiple Comparisons by the Tukey (a) method.

After 8 weeks of experiment, the research results indicated that:

1. All groups had legs muscular explosive power developed than before the experiment at the .05 level, significantly.

2. The third group with the variable resistance weight machine level 3 had more legs muscular explosive power than the other groups at the .05 level, significantly.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Curriculum Instruction Educational Technology Student's signature .....
Field of study Physical Education Advisor's signature .....
Academic year 2005 Co-Advisor's signature -

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจน อาจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ อาจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด อาจารย์บุญศักดิ์ หล่อพิพัฒน์ และคุณสุพัตรา แสงสุวรรณ ซึ่งช่วยให้คำแนะนำ ดูแลเอาใจใส่ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัยในครั้งนี้ด้วยดี ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยขอคำปรึกษา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพัฒน์ ลักษณพิสุทธิ์ รองศาสตราจารย์ ดร.กรรวี บุญชัย รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์ อาจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ และ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ รวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณวิศาสตร์ ฐานหมั่น ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการดูแลรักษาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการเก็บข้อมูลจนกระทั่งสำเร็จเสร็จสิ้นได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณวิศิษย์ ปิ่นทองวิชัยกุล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการให้คำปรึกษาทางด้านภาษาอังกฤษ

และที่สำคัญที่จะลืมกล่าวเสียมิได้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาพลศึกษา ปีการศึกษา 2546 ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ คอยดูแลซึ่งกันและกันตลอดระยะเวลาที่ศึกษาที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้วยคุณความดีและประโยชน์อันเกิดจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ อีกทั้งผู้ที่มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนตลอดจนสนับสนุนผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญแผนภูมิ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

สมมติฐานของการวิจัย..... 6

ขอบเขตของการวิจัย..... 6

ข้อตกลงเบื้องต้น..... 7

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 7

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

หลักการของเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน..... 9

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก..... 12

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ..... 31

แนวคิดการพัฒนาพลังระเบิดกล้ามเนื้อ..... 32

ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ..... 40

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา..... 44

งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ..... 48

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย	56
	กลุ่มตัวอย่าง	56
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	57
	วิธีดำเนินการทดลอง	60
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	61
	รูปแบบของการวิจัย	61
	การวิเคราะห์ข้อมูล	62
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	85
	สรุปผลการวิจัย	85
	อภิปรายผล	87
	ข้อเสนอแนะ	91
รายการอ้างอิง		92
ภาคผนวก		97
	ภาคผนวก ก ท่าฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลคเพรส(Leg press)	98
	ภาคผนวก ข การทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา	100
	ภาคผนวก ค วิธีการทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง(1RM)	102
	ภาคผนวก ง ตารางบันทึกผลการทดสอบ	104
	ภาคผนวก จ รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	107
	ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความร่วมมือ	109
	ภาคผนวก ช ข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลอง	112
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์		115

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงจำนวนครั้งของการยกกับความหนักคิดเป็น% ของหนึ่งอาร์เอ็ม.....	29
2	แสดงความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนครั้งเป้าหมายและจำนวนชุดที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้.....	30
3	แสดงเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด ที่ถูกระดมมาทำงาน ในระดับความหนักต่างๆ.....	38
4	แสดงโปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 1 – 4.....	58
5	แสดงโปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 5 – 8.....	59
6	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม.....	65
7	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม.....	66
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม.....	67
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม.....	68
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม.....	69
11	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a).....	70
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1.....	71
13	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a).....	72

ตารางที่		หน้า
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2	73
15	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a)	74
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3	75
17	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a)	76
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ	77
19	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ โดยใช้วิธีการของตูกี เอ(Tukey a)	78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการทำวิจัย.....	63
2	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์....	79
3	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์....	80
4	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์....	81
5	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์....	82
6	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาระหว่างกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์.....	83
7	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาระหว่าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์.....	84

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันกีฬาได้เป็นที่นิยมแพร่หลาย กระจาย แทรกซึม เป็นปรากฏการณ์ที่เด่นชัดและทุกประเทศทั่วโลกได้ให้ความสำคัญกับการกีฬาเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจะเห็นได้จากการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับประเทศ เช่น โอลิมปิคเกมส์ เอเชี่ยนเกมส์ ซีเกมส์ เป็นต้น ทุกประเทศต่างก็พยายามพัฒนาขีดความสามารถของนักกีฬาสู่ความเป็นเลิศ ซึ่งการพัฒนาความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะแข่งขันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ทักษะกีฬา (Skill) สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) และสมรรถภาพทางจิต (Mental fitness) หากขาดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งจะทำให้นักกีฬาแสดงความสามารถออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2546) กล่าวว่า องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้นอกจากมีความสำคัญแล้วยังมีความสัมพันธ์กันอีกด้วย ทักษะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญโดยตรงในการเล่นกีฬา ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้และฝึกหัด ถ้านักกีฬามีทักษะกีฬาสูงก็จะแสดงความสามารถออกมาได้สูง ตรงกันข้ามถ้านักกีฬามีทักษะกีฬาต่ำก็จะแสดงความสามารถออกมาได้ต่ำ ดังนั้นความสำเร็จในการเล่นกีฬาแต่ละครั้ง จึงสามารถพยากรณ์ได้จากระดับทักษะ โดยนักกีฬาจะแสดงความสามารถในการเล่นได้เท่ากับระดับทักษะที่ได้เรียนรู้จะต้องอาศัยองค์ประกอบด้านสมรรถภาพทางกาย ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพในการทำงานและการเคลื่อนไหวของร่างกาย สมรรถภาพทางกาย ประกอบไปด้วย ความแข็งแรง ความอดทน ความเร็ว ความคล่องตัว กำลัง และความอ่อนตัว สมรรถภาพทางกายนี้ส่งเสริมให้นักกีฬาแสดงความสามารถในการเล่นได้ดีเท่ากับระดับระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ นอกจากนี้องค์ประกอบที่สำคัญอีกองค์ประกอบหนึ่งคือ สมรรถภาพทางจิต ในขณะฝึกซ้อมหรือแข่งขันนักกีฬาต้องมีสมาธิ ควบคุมความวิตกกังวล ต้องรักษาระดับแรงจูงใจ รู้จักการตั้งเป้าหมาย และอื่นๆ อีก ซึ่งแสดงถึงสมรรถภาพทางจิต ถ้านักกีฬาสองคนมีทักษะกีฬาเท่ากันมีสมรรถภาพทางกายเท่ากัน ผู้ที่มีสมรรถภาพทางจิตที่สมบูรณ์มากกว่าจะเป็นผู้ชนะ

สมรรถภาพทางกายเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบความสามารถของนักกีฬา ซึ่งสมรรถภาพทางกายมีหลายด้าน วิบูลย์ ชลานันต์ (2540) ได้สรุปว่า จากอดีตจนถึงทศวรรษ 1960 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย ประกอบด้วย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory endurance)

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ความอ่อนตัว (Flexibility) กำลัง (Power) ความเร็ว (Speed) ความทรงตัวที่สมดุล (Balance) การประสานสัมพันธ์ (Co-ordination) ความแม่นยำ (Accuracy)

โฮเกอร์ (Hoeger, 1989) ได้แบ่งองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายออกเป็น 2 ประเภท คือ องค์ประกอบสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ (Health-related physical fitness) ประกอบด้วย ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และสัดส่วนที่เป็นส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) แต่ถ้ารวมความคล่องตัว (Agility) การทรงตัว (Balance) การประสานสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) และความเร็ว (Speed) เข้าไปด้วยจะเป็นองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายเพื่อทักษะ (Skill-related physical fitness) ในขณะที่ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ให้ความเห็นว่าองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดต่อการประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาก็คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากในลักษณะเป็นแรงระเบิด (Explosive power) ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นในลักษณะที่กล้ามเนื้อเกิดแรงตึงในปริมาณที่มากได้อย่างรวดเร็ว และในท้ายที่สุดก็จะเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ซึ่งหมายถึงพลังกล้ามเนื้อนั่นเอง

พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่สำคัญอย่างยิ่งของนักกีฬา ซึ่งแต่ละคนจะมีขีดความสามารถไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการฝึกฝนและพันธุกรรมของแต่ละคนที่ได้รับ รวมทั้งความจำเป็นในการดำเนินชีวิตประจำวัน สำหรับนักกีฬาที่ได้รับโปรแกรมการฝึกพลังกล้ามเนื้อก็จะทำให้มีพลังกล้ามเนื้อที่ดีกว่าคนที่ไม่ได้รับการฝึก โดยพลังกล้ามเนื้อเป็นผลของความแข็งแรงและความเร็ว ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สามารถบ่งบอกความสำเร็จของนักกีฬาได้ค่อนข้างชัดเจนมากที่สุดด้านหนึ่ง พลังสูงสุดของกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากการผสมสานกันที่เหมาะสมของแรงสูงสุดที่แสดงออกมาด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้ พลังอาจจะเปลี่ยนแปลงไป ถ้าองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงและความเร็วเปลี่ยนแปลงไป การเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อจึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มความแข็งแรงและความเร็ว (วิชุดา คงสุทธิ์, 2545)

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์ (2536) กล่าวว่า พลังเป็นงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จึงสามารถคิดได้จากแรงคูณด้วยความเร็ว หรือแรงคูณด้วยระยะทางหารด้วยเวลาในการเคลื่อนที่ นั่นคือถ้าต้องการที่จะให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อมากก็ต้องทำงานโดยใช้เวลาให้สั้นที่สุด สอดคล้องกับโฮเวทและคัลลาเก้น (Horvat and Kalakain, 1996) ที่กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อเป็นการรวมกันระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็ว โดยพลังกล้ามเนื้อเป็นความ

พยายามในการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วเพื่อเอาชนะแรงเสียดทาน และพลังกล้ามเนื้อเป็นทักษะที่จำเป็นในกีฬาประเภทขว้าง การเตะ การวิ่งที่มีการเร่งความเร็ว และการกระโดด

นอกจากปัจจัยสำคัญ คือ ความแข็งแรงและความเร็วที่จะส่งผลให้เกิดพลังของกล้ามเนื้อ ยังมีปัจจัยเสริมอีก 3 ประการ คือ การอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อม การประสานงานกันที่ดีระหว่างประสาทกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหว และปัจจัยสุดท้ายคือ ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ จะเห็นได้ว่ากีฬาหลายชนิด เช่น การวิ่งระยะสั้น การกระโดด การทุ่ม การขว้าง และการเตะ ล้วนต้องการความเร็วสูง ผสมกับความแรงที่มากและผลที่ได้ก็คือ พลังของกล้ามเนื้อนั่นเอง (Radcliff and Farentions, 1985)

บลูมฟิวด์ แอคแลนด์ และเอลเลียทท์ (Bloomfield, Ackland and Elliott, 1994) ได้อ้างถึงรายงานการวิจัยของนักสรีรวิทยาหลายๆท่านที่ได้ศึกษาในนักกีฬาชนิดต่างๆ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์สูงกับระดับความสามารถของนักกีฬา นอกจากนั้น ดินติแมน วาร์ด และเทลเลซ (Dintiman, Ward and Tellez, 1997) ได้สรุปว่า เป้าหมายของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาก็เพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแรงที่กระทำต่อคู่ต่อสู้ หรืออุปกรณ์กีฬาในจังหวะเวลาที่เหมาะสม ในความเร็วที่ต้องการและในทิศทางที่ถูกต้อง หัวใจสำคัญของการใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อก็คือ จะต้องค้นพบให้ได้ว่าต้องการออกแรงมากน้อยเพียงใดในช่วงเวลาต่าง ๆ ของเกมการแข่งขัน และจะต้องเรียนรู้การใช้แรงอย่างถูกต้องในกีฬาของตน เมื่อนักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นก็เปรียบเสมือนนักกีฬามีกำลังสำรองไว้ในตัวนั่นคือ สามารถเล่นกีฬาได้โดยออกแรงน้อยลงในกิจกรรมปกติและยังมีกำลังเหลือที่จะใช้ในกิจกรรมที่ต้องออกแรงมากขึ้น เสมือนรถยนต์ที่มีกำลังม้าสูงย่อมเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วฉันนั้น สอดคล้องกับนิวตัน และเครเมอร์ (Newton and Kraemar, 1994) ที่ได้ให้ความเห็นว่า การทำงานในลักษณะเป็นแรงระเบิดของกล้ามเนื้อนั้นเป็นสิ่งจำเป็นในกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ได้แก่ การทุ่ม การพุ่ง การขว้าง การกระโดด และการตี นอกจากนั้นยังเป็นสิ่งจำเป็นในขณะที่มีการเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว หรือในขณะที่มีการเร่งความเร็วที่เกิดขึ้นในกีฬาต่าง ๆ ได้แก่ ฟุตบอล บาสเกตบอล เบสบอล และยิมนาสติก เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนไหวต่าง ๆ เหล่านี้จะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬาแต่ละคน

พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬานั้น สามารถจะพัฒนาได้ดีที่สุดโดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง และพยายามยกน้ำหนักนั้นในลักษณะเป็น

แรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของประสาท จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาดีขึ้น (Behm and Sale, 1993)

การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจและเป็นหัวข้อวิจัยตลอดระยะเวลา 50 ปีที่ผ่านมา ซึ่งผลจากการวิจัยเหล่านั้นทำให้เกิดความรู้อย่างมากเกี่ยวกับผลของการฝึกโดยใช้แรงต้าน (Resistant training) และต่อมาในระยะหลัง ๆ จึงได้เริ่มมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อกันมากขึ้น จนเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกของนักกีฬาประเภทต่างๆ จะเห็นได้ว่า ตลอดระยะเวลา 20 ปีหลังที่ผ่านมานี้ นักกีฬาส่วนใหญ่มีการฝึกโดยใช้แรงต้านเป็นกิจกรรมหลักที่สำคัญในโปรแกรมการฝึก จากความก้าวหน้าของโปรแกรมการฝึกในระยะเวลาที่ผ่านมานี้ ทำให้วัตถุประสงค์ของการฝึกเปลี่ยนไป แต่เดิมนั้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อ ก็เปลี่ยนเป็นเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความสามารถทางกีฬาที่ใช้ในการแข่งขัน (Wilson, 1994)

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการกีฬา ส่งผลให้มีการศึกษาค้นคว้าอุปกรณ์การฝึกแบบต่างๆ ขึ้นมา การนำเทคโนโลยีการกีฬามาใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงมากในลักษณะเป็นแรงระเบิด (Explosive power) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้นักกีฬาประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬา

เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านเป็นเทคโนโลยีการกีฬาที่ถูกผลิตขึ้นมา ซึ่งมีความหลากหลายในการฝึกภายในเครื่องเดียว สามารถใช้ฝึกเฉพาะเจาะจงตามวัตถุประสงค์ของการฝึก เป็นแนวทางใหม่ที่ทำให้กล้ามเนื้อจะเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ผู้ฝึกสามารถเลือกแรงต้านที่แตกต่างกันได้ตามจุดมุ่งหมายของผู้ฝึก ตำแหน่งของแรงต้านจะออกแรงมากในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหวไม่เท่ากัน เป็นวิธีการใหม่ที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการฝึก ในขณะที่ ดรูรี่ และ สตีเว่น (Drury and Steven, 2003) กล่าวว่า เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน ได้ถูกออกแบบโดยอาศัยหลักการของโค้งความแข็งแรง ซึ่งมีแรงต้าน 3 ระดับ คือ แรงต้านที่กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงกลางของการเคลื่อนไหว แรงต้านที่กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงปลายของการเคลื่อนไหว และแรงต้านที่กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงต้นของการเคลื่อนไหว

เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ได้ผล และมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีนี้ทำให้ผู้ใช้เลือกรูปแบบแรงต้านของการออกกำลังกายที่เคลื่อนที่ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการออกกำลังกายประเภทไหนก็ตามแรงต้านสูงสุดสามารถเกิดขึ้นได้ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนไหว นั่นหมายความว่า น้ำหนักที่หนักที่สุด สามารถปรากฏได้แต่ละ

ส่วนของการเคลื่อนไหว คือ ช่วงต้น ช่วงกลางและช่วงปลายของการเคลื่อนไหว แรงสูงสุดสามารถเกิดขึ้นที่จุดใดก็ได้ตามจุดมุ่งหมายของการฝึก เมื่อรูปแบบของแรงต้านที่หลากหลายถูกกำหนดระหว่างการฝึก กล้ามเนื้อของผู้ใช้จะแข็งแรงยิ่งขึ้น กล่าวได้ว่ากล้ามเนื้อทำงานมากเท่าไหร่ ก็ยิ่งได้แรงมากเท่านั้น ฉะนั้นเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านจึงสร้างผลที่น่าพอใจ ให้แก่การพัฒนากล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก (Strive, 2004)

จากหลักฐานและงานวิจัยที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าปัจจุบันมีเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน สามารถนำมาใช้ฝึกให้กับนักกีฬาที่จำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักกีฬาที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อขาทั้งในประเภทบุคคลและประเภททีม ในลักษณะที่มีการเคลื่อนไหวโดยอาศัยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเล่นกีฬาต่าง ๆ เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล ยิมนาสติก เป็นต้น และจากการศึกษาค้นคว้า ยังไม่มีผู้ใดนำเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านมาใช้ในการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาซึ่งจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาและนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกซ้อมให้นักกีฬาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับที่มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ จะมีการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นทุกกลุ่ม

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลคเพรส (Leg press) ที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

2. การวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรีของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุระหว่าง 18-22 ปี ภาคต้น ปีการศึกษา 2548 โดยการอาสาสมัครเข้าร่วมการทดลองจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความแข็งแรงพื้นฐาน ในระดับที่สามารถออกแรงจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลค เพรส (Leg press) ได้ระหว่าง 1.5 - 2 เท่าของน้ำหนักตัว

3. การทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา กระทำก่อนการทดลอง (Pre-test) หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ (Mid-test) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ (Post-test)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึก 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ ศุกร์ เวลา 16.00-19.00 น. สถานที่ฝึก คือ ห้องเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ตัวแปรที่จะศึกษาในครั้งนี้

5.1 ตัวแปรทดลอง มีหนึ่งตัวแปร คือ โปรแกรมการฝึก ประกอบไปด้วย

5.1.1 โปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1

5.1.2 โปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2

5.1.3 โปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3

5.1.4 โปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ คือ แรงต้านระดับที่ 3 แรงต้านระดับที่ 1 และแรงต้านระดับที่ 2 ตามลำดับ

5.2 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย

5.2.1 นิสิตระดับปริญญาตรีของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

5.2.2 เพศ เฉพาะเพศชาย

5.2.3 อายุ เฉพาะผู้ที่มีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี

5.2.4 ความแข็งแรงพื้นฐาน เฉพาะผู้ที่สามารถออกแรงจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลคเพรส (Leg press) ได้ระหว่าง 1.5 - 2 เท่าของน้ำหนักตัว

5.3 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

5.3.1 พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา มีหน่วยเป็น วัตต์

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลองทั้งหมดให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจ
2. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเรื่องอาหาร การประกอบกิจกรรมประจำวันและการพักผ่อนของผู้เข้ารับการทดลองได้ ดังนั้นจึงถือว่าผู้เข้ารับการฝึกไม่แตกต่างกันในเรื่องนี้
3. ในการฝึกตามโปรแกรมทุกครั้ง ใช้สถานที่เดียวกันและช่วงเวลาเดียวกัน รวมถึงผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยชุดเดียวกันในสภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกัน
4. ขอความร่วมมือให้ผู้เข้ารับการทดลองไม่กระทำกิจกรรมใดๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกล้ามเนื้อขา และไม่ให้ฝึกเพิ่มเติม นอกเหนือไปจากโปรแกรมการฝึกดังกล่าว ดังนั้นจึงถือว่าการเปลี่ยนแปลงพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา เป็นผลมาจากโปรแกรมการฝึกเท่านั้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน (The variable resistance weight machine) หมายถึง เครื่องที่ใช้ฝึกกล้ามเนื้อ มีการฝึกโดยใช้แรงต้าน 3 ระดับ คือ แรงต้านระดับที่ 1 กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงกลางของการเคลื่อนไหว แรงต้านระดับที่ 2 กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงปลายของการเคลื่อนไหว แรงต้านระดับที่ 3 กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงต้นของการเคลื่อนไหว

ลูกเบี้ยว (Cam) หมายถึง กลไกที่ติดตั้งในเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทำหน้าที่เป็นแกนหมุน ใช้ในการปรับแรงต้าน 3 ระดับ

ท่าเลค เพรส (Leg press) หมายถึง เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่ใช้ฝึกกล้ามเนื้อขา ในการวิจัยครั้งนี้ ให้ผู้ฝึกเหยียดขาตรงเพื่ออยู่ในท่าเริ่ม จากนั้นย่อเข่าให้มุมของเข่าเท่ากับ 90 องศา แล้วออกแรงเต็มที่ได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เท้าออกจากแท่นพักเท้า

การพัฒนา (Development) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งมีค่าที่มากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับผลจากการวิจัยในครั้งนี้ พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ต้องมีค่ามากขึ้น

พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (Legs muscular explosive power) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงเต็มที่ได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดงานระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าย่อตัวให้มุมของเข่าเท่ากับ 90 องศา แล้วกระโดดจากพื้นขึ้นไปในแนวดิ่ง โดยใช้มือทั้งสองข้างแตะอยู่ที่สะโพก

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อให้ทราบถึงผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
2. เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกสำหรับประเภทกีฬาที่ต้องใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา
3. เป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อส่วนอื่นๆ ของร่างกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร วารสาร ตำรา ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบ และเป็นแนวทางในการศึกษา ซึ่งได้เรียบเรียงไว้ดังนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการของเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน
2. การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก
3. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ
4. แนวคิดการพัฒนาพลังระเบิดกล้ามเนื้อ
5. ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ
6. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

หลักการของเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน

ดรูรี่ และสตีเว่น (Drury and Steven, 2003) ได้กล่าวถึงหลักการของเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านไว้ดังนี้

การฝึกกล้ามเนื้อด้วยเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน จำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยในเรื่องการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นผลของความสามารถของกล้ามเนื้อในการสร้างแรงโดยผ่านระบบโครงสร้างของกระดูก และจะเกิดการปรับเปลี่ยนไปตามหลักชีวกลศาสตร์ของกล้ามเนื้อและแรงต้าน ในขณะที่ร่างกายเคลื่อนไหวไปตามความสัมพันธ์ทางกายวิภาค กล้ามเนื้อและกระดูกจะเปลี่ยนแปลงไปในระหว่างที่เกิดการเคลื่อนไหว ความสัมพันธ์ขั้นต้นนั้นไม่ใช่ปัจจัยที่จำกัด

เพราะในแต่ละวันกล้ามเนื้อจะออกแรงเต็มที่อยู่แล้ว แต่จะมีกิจกรรมที่ต้องการออกแรงสูงสุด ซึ่งสามารถเข้าใจปัจจัยการเคลื่อนไหวเหล่านี้ โดยการยกน้ำหนักท่างอแขน (Arm Curl) กล้ามเนื้อไปเซ็บส์ (Biceps) จะดึงกล้ามเนื้อบริเวณปลายแขนด้านนอกกับ และปลายแขนด้านใน เข้ามาช่วยในการออกแรง กล้ามเนื้อดังกล่าวจะเกิดการยืดเหยียดขึ้น ถึงแม้ว่าน้ำหนักที่ใช้จากภายนอกจะคงที่ตลอดระยะทางของการเคลื่อนไหว แต่แรงที่แท้จริงที่เกิดกับกล้ามเนื้อไปเซ็บส์ นั้นจะมีแรงที่หลากหลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจังหวะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ดังนั้นแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อไปเซ็บส์ สามารถถ่ายทอดสู่กระดูกให้มีความหลากหลายไปด้วย สาระสำคัญคือ การทำให้เกิดแรงที่หลากหลายขึ้นอยู่กับจังหวะของการเคลื่อนไหว ความหลากหลายดังกล่าวพบได้ทุกส่วนของการออกกำลังกาย ดังนั้นในการออกกำลังกายสามารถปฏิบัติเพื่อให้เกิดโค้งความแข็งแรง โดยมีพื้นฐานที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. โค้งความแข็งแรงแบบโค้งขึ้น (Ascending) คือ แรงน้อยที่สุดค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแรงมากที่สุด

2. โค้งความแข็งแรงแบบโค้งลง (Descending) คือ แรงมากที่สุดค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ จนถึงแรงที่น้อยที่สุด จะตรงกันข้ามกับโค้งความแข็งแรงแบบโค้งขึ้น

3. โค้งความแข็งแรงแบบรูประฆังคว่ำหรือโค้งพาราโปลา (Bell shaped or Parabolic) คือ แรงน้อยที่สุดค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแรงมากที่สุด แล้วแรงมากที่สุดจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงแรงที่น้อยที่สุด

ในปี 1970 ได้มีการออกแบบเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน โดยออกแบบตามหลักการของโค้งความแข็งแรง ซึ่งมีความหลากหลายในการฝึกภายในเครื่องเดียว สามารถฝึกแรงต้านได้ทั้ง 3 ระดับ เป็นแนวทางใหม่ที่ทำให้กล้ามเนื้อจะเจริญเติบโตและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านขึ้น จะมีลูกเบี้ยว (Cam) เป็นกลไกที่ติดอยู่กับเครื่องและเป็นตัวปรับระดับการออกแรงมากในช่วงต่างๆ ของการเคลื่อนไหว ลูกเบี้ยวได้ถูกออกแบบโดยอาศัยหลักการทำงานแบบโค้งความแข็งแรง โดยใช้หลักการง่ายๆ คือ การเปลี่ยนระยะทางตั้งฉากระหว่างจุดหมุนถึงแนวแรงในการหมุนของลูกเบี้ยว ซึ่งในการหมุนของลูกเบี้ยวนั้น จะทำให้เกิดการออกแรงที่หลากหลาย ประโยชน์ของวิธีการนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อระยะทางตั้งฉากระหว่างจุดหมุนถึงแนวแรงเพิ่มขึ้น แรงที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ระยะทางตั้งฉากระหว่างจุดหมุนถึงแนวแรงลดลง แรงที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักก็จะลดลงไปด้วย และน้ำหนักก็จะง่ายต่อการยก โดยตามทฤษฎีแล้ว รูปร่างของลูกเบี้ยว (Cam) จะปรับเปลี่ยนไปตามแรงต้าน เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงไปตามหลักชีวกลศาสตร์ที่จะปรากฏขึ้น ตลอดระยะเวลาของการเคลื่อนไหว เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านมี 3 ระดับ คือ แรงต้านระดับที่ 1 ที่ได้ถูกออกแบบตามหลักโค้งความแข็งแรงแบบรูประฆังคว่ำหรือโค้งพาราโปลา ส่งผลให้กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงกลางของ

การเคลื่อนไหว แรงต้านระดับที่ 2 ที่ได้ถูกออกแบบตามหลักโค้งความแข็งแรงแบบโค้งขึ้น ส่งผลให้กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงปลายของการเคลื่อนไหว และแรงต้านระดับที่ 3 ที่ได้ถูกออกแบบตามหลักโค้งความแข็งแรงแบบโค้งลง ส่งผลให้กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงต้นของการเคลื่อนไหว

แรงต้านในระดับต่างๆ เกิดขึ้นโดยแรงควบคุมด้วยวิธีหลายวิธี โดยใช้ระบบสายเคเบิล (Cables) และลูกเบี้ยว (Cam) ที่สามารถปรับน้ำหนักให้เปลี่ยนแปลงไปตลอดระยะการเคลื่อนไหว วิธีการดังกล่าวทำได้อย่างสม่ำเสมอ โดยพื้นฐานของชีวกลศาสตร์และหลักการฟิสิกส์ การคิดค้นลูกเบี้ยว ได้เสนอวิธีการสร้างความหลากหลายของแรงต้านในทุกจังหวะในการออกกำลังกาย ประดิษฐ์กรรมนี้เป็นวิวัฒนาการที่ทำให้มีแรงต้านที่มีความหลากหลาย

เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน เป็นตัวเลือกเดียวที่สำคัญและเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องการ เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านสามารถฝึกออกแรงเฉพาะจุดได้ โดยใช้แรงต้าน 3 ระดับ คือ แรงต้านระดับที่ 1 แรงต้านระดับที่ 2 และแรงต้านระดับที่ 3 ในการฝึกแต่ละครั้ง ผู้ฝึกสามารถฝึกได้ทั้ง 3 ชุด คือ ชุดที่ 1 ฝึกแรงต้านระดับที่ 1 ชุดที่ 2 ฝึกแรงต้านระดับที่ 2 ชุดที่ 3 ฝึกแรงต้านระดับที่ 3 หลังจากการฝึกแรงต้านระดับต่างๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะแสดงถึงโค้งความแข็งแรง อย่างไรก็ตาม สิ่งเร้าที่มีมากกว่าจะทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงและมีการเจริญเติบโตมากกว่า ส่งผลให้ข้อต่อ เส้นเอ็นและกล้ามเนื้อ ที่ทำงานร่วมกันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

นอกจากนี้ บริษัทสไตรว์ (Strive, 2004) ได้กล่าวถึงหลักการของเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านไว้ดังนี้

เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ได้ผลและมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีนี้ทำให้ผู้ใช้เลือกรูปแบบแรงต้านของการออกกำลังกายที่เคลื่อนที่ได้ ไม่ว่าจะเป็นการออกกำลังกายประเภทไหนก็ตาม แรงต้านสูงสุดสามารถเกิดขึ้นได้ทุกตำแหน่งของการเคลื่อนไหว นั่นหมายความว่าน้ำหนักที่หนักที่สุด สามารถปรากฏได้ในแต่ละส่วนของการเคลื่อนไหว คือ ช่วงต้น ช่วงกลางและช่วงปลายของการเคลื่อนไหว แรงสูงสุดสามารถเกิดขึ้นที่จุดใดก็ได้ เมื่อรูปแบบของแรงต้านที่หลากหลายถูกกำหนดระหว่างการฝึก กล้ามเนื้อของผู้ใช้จะแข็งแรงยิ่งขึ้น กล้ามเนื้อทำงานมากเท่าไรยิ่งได้แรงมากเท่านั้น ฉะนั้นเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านจึงสร้างผลที่น่าพอใจให้แก่การพัฒนากล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก

เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิมนั้น แรงต้านสูงสุดจะเน้นเพียงแค่ช่วงกลางของการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นวิธีการที่จำกัดในการออกแรงเส้นใยกล้ามเนื้อแบบเดียว ผลที่ได้คือกล้ามเนื้อเกิดการพัฒนาช้าและไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้การฝึกกล้ามเนื้อที่จุดเดิมๆซ้ำๆ ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการล้า

และเหนื่อย เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทำให้แต่ละคนเลือกรูปแบบของแรงต้านที่หลากหลาย เพื่อการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่เหมาะสม ซึ่งมีแรงต้านที่แตกต่างกันถึง 3 ระดับ

ประโยชน์จากการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน คือ

1. เพิ่มการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อโดยการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อ ในระดับความหนักและระยะเวลาที่เหมาะสม
2. สามารถสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อโดยใช้ระยะเวลาน้อย
3. สามารถสร้างสมรรถภาพทางกายแบบแอโรบิก
4. พัฒนากล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ช่วงต้น ช่วงกลางและช่วงปลายของการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมัดนั้นๆ
5. พัฒนาการทำงานของเส้นประสาทกล้ามเนื้อ เพราะความสามารถของเครื่องจะเสริมสร้างรูปแบบที่หลากหลายต่อการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อ
6. สร้างความสนุกสนานในขณะออกกำลังกาย เพราะมีแรงต้านถึง 3 ระดับ

การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนัก

การฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) ในปัจจุบันได้มีการฝึกกันอย่างมากโดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาทางการกีฬาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ เยอรมัน รัสเซีย จีน สำหรับประเทศไทยก็ได้มีการนำมาใช้บ้างแต่ไม่มากนักโดยมากจะใช้ในหมู่นักกีฬาทีมชาติ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าในโรงเรียนหรือสถาบันต่างๆ จะมีเครื่องมือเหล่านี้อยู่บ้างก็ตามแต่อุปสรรคก็มี เช่น ครูไม่สามารถแนะนำการฝึกได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแทนที่จะเป็นผลดีก็กลายเป็นผลเสียจึงทำให้การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อช่วยในการฝึกสอนกีฬาไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร

การฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นที่รู้จักกันอย่างดีว่าช่วยสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และยังสามารถฝึกเพื่อเสริมสร้างพลังของกล้ามเนื้อ (Power training) ได้ ซึ่งนับว่าเป็นการฝึกที่เป็นวิทยาศาสตร์มีหลักการและเหตุผลที่เชื่อถือและสามารถพิสูจน์ได้ การฝึกด้วยน้ำหนักนี้เป็นการฝึกที่มีการวางแผนโดยค่อยๆ เพิ่มความต้านทาน (น้ำหนัก) จนกระทั่งสมรรถภาพทางร่างกายของนักกีฬาพัฒนาขึ้นเป็นระยะที่เหมาะสม

โสภณ อรุณรัตน์ (2527) ได้ให้ความหมายการฝึกด้วยน้ำหนักไว้ดังนี้ คือ การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการยกน้ำหนักคนทั่วไปมักจะเข้าใจสับสนกันระหว่างคำสองคำนี้ ทั้งนี้เพราะว่าการฝึกทั้งสองอย่างต่างก็ใช้เครื่องมืออย่างเดียวกัน คือ น้ำหนัก เช่น ดัมเบลล์ (Dumbbells) บาร์เบลล์ (Barbells) และสวิงเบลล์ (Swingbells) หรืออาจรวมไปถึงชุดการฝึกด้วยน้ำหนัก (Multiple weight machines) ด้วย นอกจากนี้การฝึกทั้งสองวิธีนั้นต่างก็นำเอาหลักการฝึกที่เรียกว่า หลักการฝึกที่

เพิ่มความหนัก (Overload principle) มาใช้โดยพิจารณาถึงความหนักของงาน น้ำหนักที่ใช้ยก และจำนวนครั้งที่กระทำ แต่อย่างไรก็ตามจุดเน้นของการยกน้ำหนักจะอยู่ที่น้ำหนักและการที่จะยกน้ำหนักให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยนักกีฬาจะต้องเพิ่มทางด้านความแข็งแรงด้วยการใช้บาร์เบลล์ (Barbells) ในการฝึกสำหรับการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นจะรวมเอาจำนวนครั้งที่ยกและจะต้องทำหลายๆครั้งและน้ำหนักที่ใช้จะต้องสามารถเพิ่มความสามารถในด้านความเร็ว พลัง ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความแข็งแรงให้แก่ร่างกายได้ ดังนั้นในการฝึกจะมีเครื่องมือที่ใช้ คือ บาร์เบลล์ ดัมเบลล์ และสวิงเบลล์ เป็นต้น

เอกวิทย์ แสวงผล (2535) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การฝึกยกน้ำหนัก หมายถึง การฝึกโดยการให้กล้ามเนื้อทำงานต่อต้านกับแรงต้านทาน มีผลทำให้กล้ามเนื้อรับรู้ภาวะของแรงต้านที่รับอยู่และจะค่อยๆ เกิดความแข็งแรง ความอดทนขึ้นในกล้ามเนื้อ จนกระทั่งสามารถรับแรงต้านทานได้อย่างเต็มที่

สุเนตุ นวกิจกุล (2524) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการออกกำลังกายชนิดหนึ่งที่ช่วยให้สมรรถภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ได้สัดส่วน การฝึกน้ำหนักมิได้เป็นเหตุเสียเวลาในการฝึกเลย แต่กลับจะช่วยทำให้ผู้ฝึกมีสมรรถภาพดีขึ้น การฝึกน้ำหนักจะเกิดประโยชน์ต่อผู้ฝึกขึ้นอยู่กับแบบการฝึก การฝึกเป็นประจำ วิธีการที่ใช้ และตัวนักกีฬาเอง ความจริงมีอยู่ว่า ความสำเร็จในการกีฬานั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลัง (Power) การศึกษาเมื่อไม่นานนี้ได้ชี้ให้เห็นว่านักกีฬาส่วนใหญ่สามารถปรับปรุงความสามารถให้ดีขึ้น ได้ด้วยการเพิ่มพูนทางด้านความแข็งแรงและพลัง การฝึกโดยใช้น้ำหนักเป็นวิธีหนึ่งที่จะให้ผลอย่างแท้จริงและรวดเร็ว ในการเพิ่มพูนความแข็งแรงของร่างกายทุกส่วน และเป็นการพัฒนากลุ่มกล้ามเนื้อที่อยู่โดดเดี่ยวอีกด้วย

ผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยน้ำหนัก

เฮวาร์ด (Heyward, 1991) ได้กล่าวถึง ผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยน้ำหนัก โดยแบ่งตามปัจจัยต่างๆ ได้ดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านลักษณะรูปร่างของกล้ามเนื้อ

- กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีการเพิ่มโปรตีนในการหดตัว เพิ่มจำนวนและขนาดของไมโอไฟบริลและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว
- จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดไม่เปลี่ยนแปลง
- เพิ่มขนาดและความแข็งแรงของเอ็นยึดข้อ และเอ็นกล้ามเนื้อ
- เพิ่มมวลของกระดูกและความหนาแน่นของกระดูก

2. ปัจจัยทางประสาท
   - เพิ่มอัตราความถี่ของกระแสประสาทการเคลื่อนไหว
   - เพิ่มการระดมหน่วยยนต์
   - ลดการยับยั้งของประสาท
3. ปัจจัยทางชีวเคมี
   - เพิ่ม ซีพี และเอทีพี
   - เพิ่มการทำงานของไมโอไคเนส
   - ลดความหนาแน่นของปริมาณไมโตคอนเดรีย
4. การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ
   - น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง
   - เพิ่มน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน
   - ลดน้ำหนักที่เป็นไขมัน และเปอร์เซ็นต์ไขมัน
   - เพิ่มความเร็ว ความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ
   - เพิ่มความสามารถ ทักษะในการเคลื่อนไหว

หลักการเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายและการแสดงความสามารถทางกีฬา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำให้ร่างกายได้เคลื่อนไหวและออกแรงกระทำต่อแรงภายนอก ซึ่ง บลูมฟิลด์ และคณะ (Bloomfield.et al, 1994) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหมายถึง ปริมาณของแรงที่กล้ามเนื้อสามารถออกแรงเพื่อเอาชนะแรงต้านทานด้วยความพยายามอย่างเต็มที่ ทอมป์สัน (Thompson, 1991) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อในการออกแรงสูงสุด โดยเส้นใยกล้ามเนื้อภายในมัดกล้ามเนื้อจะตอบสนองเมื่อมีการฝึกแบบมีแรงต้านหรือฝึกด้วยน้ำหนัก ซึ่งสามารถแยกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

ความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงสูงสุด โดยไม่ได้กำหนดว่าจะใช้ความเร็วในการเคลื่อนไหวในการออกแรง แต่สิ่งที่สำคัญ คือต้องการออกแรงที่มีแรงต้านสูงสุด

ความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น (Elastic strength) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อออกแรงอย่างรวดเร็ว เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่อาศัยความเร็วในการหดตัว และความเร็วในการ

เคลื่อนไหว หรือที่เรียกว่า พลัง (Power) เป็นความแข็งแรงที่พิเศษ และมีความสำคัญในการออกแรงแบบระเบิด (Explosive) ในการออกตัววิ่ง การกระโดด การทุ่ม พุ่ง และขว้าง

ความแข็งแรงแบบอดทน (Strength endurance) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อออกแรงได้อย่างต่อเนื่อง เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อที่อาศัยความแข็งแรงและความทนทานในการเคลื่อนไหว เช่น การลุก นั่ง (Sit up) การดันพื้น (Push up) การวิ่ง 60 วินาที ถึง 8 นาที ก็เป็นการออกกำลังกายประเภทความแข็งแรงแบบอดทน

การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การฝึกด้วยน้ำหนักจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ โดยสามารถกำหนดความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนชุด และจำนวนวันที่ฝึกที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคลได้ โดยกำหนดความหนักสูงสุด คือ 1 RM (Repetition maximum) ซึ่งเป็นน้ำหนักสูงสุดที่ทำได้เพียง 1 ครั้ง (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์,2540) มีหลักฐานการวิจัยพบว่า การใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo_2 max) อาจจะไม่ใช่ตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุดในการวัดความสามารถทางด้านความอดทน แต่อาจจะมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความสามารถทางด้านความอดทน (Endurance performance) จากการฝึกด้วยน้ำหนัก คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยอ้างเหตุผลว่าหน่วยยนต์ (Motor unit) จะแข็งแรงขึ้นจากการฝึก และหน่วยยนต์จะเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับกับการทำงานที่มากขึ้น การเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยน้ำหนักยังมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถทางด้านความอดทนได้อีกด้วย เพราะพลัง เป็นปริมาณงาน (แรง x ระยะทาง) ต่อหน่วยเวลา (Hickson et al, 1980) ต่อมาได้มีการพัฒนาโดยนำการฝึกด้วยน้ำหนักมาฝึกร่วมกับการฝึกแบบอื่น เช่น การฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการฝึกความอดทน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ทั้งความแข็งแรง ขนาดของกล้ามเนื้อ และการใช้ออกซิเจนสูงสุด (McCarthy , 1991) การฝึกด้วยน้ำหนักด้วยความเร็วต่ำควบคู่กับการฝึกแอโรบิก สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนได้ (Bell , 1989) การฝึกด้วยน้ำหนักด้วยความเร็วสูง ควบคู่กับการฝึกแอโรบิกสามารถพัฒนาการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Bell, 1989; Pohlman, 1982; Spaniol, 1989) การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวของนักกีฬา (Wilson et al, 1993) มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการฝึกควบคู่ในลักษณะที่ฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกก่อน แล้วตามด้วยการฝึกตามโปรแกรมด้วยน้ำหนักหรือการฝึกตามโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักก่อน แล้วตามด้วยการฝึกตามโปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกในวันเดียวกัน ไม่ว่าจะควบคู่กันในลักษณะใดก็ตาม ผลการวิจัยพบว่า มีผล

ทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว (Duke and Beneliyahu, 1992; Adams et al, 1992; Luaber; 1993) และอีกรูปแบบหนึ่ง คือ การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก เป็นการฝึกรวมกันในลักษณะการฝึกพลัยโอเมตริก โดยแบกน้ำหนักไว้บนบ่าด้วยน้ำหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งพบว่า มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว และเรียกวิธีการฝึกแบบนี้ว่า การฝึกพลังสูงสุด (Wilson et al, 1993) ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือ การฝึกเชิงซ้อน (Complex training) เป็นการฝึกควบคู่ในลักษณะที่ฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบแรงระเบิด โดยใช้ท่าที่เหมือนกับท่าที่ฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อในการฝึกขั้นแรก (Chu,1996) การฝึกด้วยน้ำหนักหลายท่าประกอบกัน (combination lifts) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างมากในหลายชนิดกีฬา ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อพัฒนาและกระตุ้นการประสานสัมพันธ์ของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มความหนักของงาน กระตุ้นระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง เพิ่มความสามารถของระบบไหลเวียนเลือด (Javorek,1998) ดังนั้นการฝึกด้วยน้ำหนัก เมื่อนำมาฝึกควบคู่กับการฝึกวิธีอื่นจะสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้หลายด้านในเวลาเดียวกัน เป็นการประหยัดเวลาและพลังงานในการฝึกได้เป็นอย่างดี ซึ่งกีฬาหลายประเภทต้องการให้กล้ามเนื้อมีทั้งความแข็งแรง พลัง และความอดทนในเวลาเดียวกัน ดังนั้น การฝึกความแข็งแรงและความอดทนมักจะฝึกควบคู่กัน แต่ปัญหาหรือคำถามที่สำคัญในการสร้างโปรแกรมก็คือการฝึกควบคู่กันนั้นจะได้ประโยชน์มากกว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือความอดทนเพียงอย่างเดียวหรือไม่ (Bamman, 1996)

วิลสัน (Wilson, 1994) ได้กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีความสำคัญต่อระดับความสามารถของนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างยิ่ง เมื่อกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงน้อย อาจจะพัฒนาให้กล้ามเนื้อออกแรงอย่างรวดเร็วได้ไม่เต็มที่ วิคส์คอท (Vicstcott, 1996) ได้กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อ ทำให้เรารู้สึกว่าเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดี มีความสามารถสูงในการเคลื่อนไหว อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างให้กระดูก เอ็นกล้ามเนื้อ และเอ็นยึดข้อแข็งแรงขึ้น และยังช่วยลดปัญหาทางสุขภาพได้ เช่น การเจ็บป่วย อาการปวดเมื่อยตามร่างกายหรือโรคที่เกี่ยวกับกระดูกและข้อ เป็นต้น การฝึกความแข็งแรง นอกจากจะเพิ่มการใช้พลังงานในแต่ละวัน ยังไปเร่งการเผาผลาญในขณะฝึกอีกด้วย ทำให้ร่างกายเผาผลาญแคลอรี่ได้มากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักตัวไม่เพิ่มมากเกินไป ทำให้สัดส่วนของร่างกายดีขึ้น กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความยืดหยุ่นเคลื่อนไหวได้ตลอดช่วง เฟลคและเครเมอร์ (Fleck and Kraemer , 1987) ได้กล่าวว่า การฝึกความแข็งแรงด้วยน้ำหนักหรือการยกน้ำหนัก ช่วย

ในการพัฒนาสมรรถภาพทางกายโดยเฉพาะความแข็งแรง พลัง และความอดทนของกล้ามเนื้อ และยังช่วยเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายและความสามารถทางกีฬาอีกด้วย

การฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกแบบมีแรงต้าน เป็นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นผลมาจากการฝึกความแข็งแรงสูงสุด และความแข็งแรงแบบยืดหยุ่น มากกว่า การฝึกความแข็งแรงแบบอดทน ถ้าไม่ฝึกความแข็งแรงก็จะทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อลดลงได้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงสุดสามารถพัฒนาให้ดีที่สุดได้โดยการฝึกที่น้ำหนักมาก ใช้จำนวนครั้งน้อย ส่วนความแข็งแรงแบบยืดหยุ่นหรือพลังงานสามารถพัฒนาได้ โดยใช้น้ำหนักปานกลาง โดยใช้จังหวะที่เร็ว ส่วนการฝึกความแข็งแรงแบบอดทนสามารถพัฒนาได้โดยใช้น้ำหนักน้อยแต่จำนวนครั้งมาก (Thompson, 1991)

ดังนั้น การฝึกด้วยน้ำหนัก นอกจากจะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้ว ยังมีส่วนช่วยให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าในการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น ให้ความหนักมากเกินไปจะทำให้พลังลดลงได้หรือนักกีฬาที่มีความแข็งแรงอยู่แล้วการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อด้วยการฝึกด้วยน้ำหนักโดยทั่วไปอาจจะไม่ได้ผล เพราะการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นไม่สามารถปล่อยแรงในจังหวะสุดท้ายออกไปได้ จึงมีการผ่อนแรงในจังหวะสุดท้าย ทำให้ไม่สามารถออกแรงแบบแรงระเบิดได้

หลักการฝึกด้วยน้ำหนัก

ในค.ศ. 1945 เดอ ลอม (Delorme, อ้างใน โสภณ อรุณรัตน์, ม.ป.ป.) ได้วางกฎเกี่ยวกับการออกกำลังกายโดยใช้น้ำหนักช่วยและได้กำหนดหลักการไว้ดังนี้ คือ

1. การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทำได้โดย จะต้องใช้นำหนักให้มากเกือบจะเท่ากับน้ำหนักที่ยกได้จริงใน 1 ครั้งและทำน้อยครั้ง

ความแข็งแรง = 75 ปอนด์ x 5 ครั้ง

2. การเพิ่มความทนทานของกล้ามเนื้อก็ด้วยการใช้น้ำหนักให้น้อยและยกจำนวนมากครั้ง

3. หากจะทำให้เกิดทั้งความแข็งแรงและความอดทน ก็โดยใช้น้ำหนักปานกลางและจำนวนครั้งที่ทำก็ให้ปานกลาง เช่นกัน

ความแข็งแรง + ความทนทาน = 45 ปอนด์ x 10 ครั้ง x 3ชุด

4. ทำการออกกำลังกายด้วยน้ำหนัก (Weight) ต่างๆ จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม เพื่อพัฒนาความแข็งแรงอดทนเฉพาะส่วนของกล้ามเนื้อนั้นๆ หากจะพัฒนาให้กล้ามเนื้อใดมีความแข็งแรงอดทนเพิ่มขึ้น ก็ต้องเลือกท่าออกกำลังกายให้กล้ามเนื้อนั้นๆ โดยเฉพาะ ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้อจะแข็งแรงอดทนเพิ่มได้ก็เฉพาะส่วนที่ออกกำลังกายเท่านั้น

5. กล้ามเนื้อจะต้องให้มีการหดตัวอย่างประจำหรือต้องฝึกเป็นประจำ เช่น ทุกวัน จันทร์-พุธ-ศุกร์ เมื่อต้องการสร้างความแข็งแรงระยะแรกๆ และความเชื่อในปัจจุบันว่าต้องฝึกตลอดปีไม่มีหยุดแม้ในฤดูการแข่งขัน แต่ลดวันฝึกเหลือเพียง 2 วัน เช่น จันทร์-พุธ เป็นต้น

เมื่อความแข็งแรงของร่างกายเพิ่มขึ้นในทางปฏิบัติเราจะเพิ่มน้ำหนักมากขึ้นในทุกๆ สัปดาห์ เมื่อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น น้ำหนักก็จะต้องเพิ่มด้วยอย่างมีระบบ

เพื่อป้องกันการเข้าใจผิดบางประการจึงมีประเด็นที่ควรจะทำความเข้าใจให้ดีกันเสียก่อนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว

ตามวิธีการของ เดอ ลอม และวิลกินส์ (DeLorme and Wilkins อ้างใน โสภณ อรุณรัตน์, ม.ป.ป.) ที่กล่าวถึงเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight) นั้นได้กระทำเป็นชุดดังนี้

ฝึก 1 ชุด โดยยก 10 เที่ยวด้วยน้ำหนัก 50 % ของ 10 อาร์เอ็ม (Repetition maximum)

ฝึก 1 ชุด โดยยก 10 เที่ยวด้วยน้ำหนัก 75 % ของ 10 อาร์เอ็ม (Repetition maximum)

ฝึก 1 ชุด โดยยก 10 เที่ยวด้วยน้ำหนัก 100 % ของ 10 อาร์เอ็ม (Repetition maximum)

10 อาร์ เอ็ม (Rm) หมายถึง น้ำหนักที่หนักมากที่สุดที่จะสามารถยกได้ใน 10 เที่ยวฉะนั้น ตามวิธีการนี้สมมติว่า นักกีฬาคนหนึ่ง ทำท่า เพรส (Press) โดยยกน้ำหนักที่หนักมากที่สุด คือ 60 กิโลกรัม ซึ่งเขาสามารถจะยกได้ใน 10 เที่ยว โปรแกรมการฝึกจะเป็นดังนี้

ฝึกชุดแรก โดยยก 10 เที่ยวที่ยกจะเป็น 30 กิโลกรัม

ฝึกชุดสอง โดยยก 10 เที่ยวที่ยกจะเป็น 45 กิโลกรัม

ฝึกชุดสาม โดยยก 10 เที่ยวที่ยกจะเป็น 60กิโลกรัม

ซึ่งวิธีการนี้กล่าวกันว่ามีประสิทธิภาพสูงเป็นไปตามกฎของการเพิ่มความหนัก (Overload)

6. การออกกำลังกายหรือฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight) ให้อบอุ่นร่างกายก่อนเสมอ เช่น อาจจะโดยการวิ่งช้าๆ ไปเรื่อยๆ จ๊อกกิ้ง (Jogging) กระโดด หรือวิ่งสั้นๆ และบริหารมือเปล่าที่ช่วยให้เกิดความอ่อนตัวของข้อต่อใหญ่ๆ หรือที่สำคัญทุกส่วนของร่างกายใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที

7. การฝึกแต่ละชุดทำการหยุดพักระหว่างชุด 5 นาที

การออกกำลังกายจะช่วยสร้างน้ำหนักที่ปลอดไขมัน (Lean weight) และช่วยลดน้ำหนักไขมันซึ่งจะลดเปอร์เซ็นต์ไขมันร่างกาย ดังนั้นน้ำหนักส่วนที่ลดไป คือ ส่วนของไขมัน แต่ส่วนที่เพิ่มขึ้นมา คือ มวลของร่างกาย (Body mass) เปอร์เซ็นต์ไขมันร่างกายจะเป็นตัวกำหนดระดับน้ำหนักร่างกายที่เหมาะสม การที่จะกำหนดระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันร่างกายตามอุดมคติเพียงเกณฑ์เดียวนั้นย่อมเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ เพราะคนเรามีความแตกต่างกัน เช่น นักวิ่งมาราธอนชายจะมีไขมันประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และนักวิ่งมาราธอนผู้หญิงจะมีประมาณ 12-15 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้ช่วงของส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) จะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า โดยผู้ชายช่วงที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 12-15 เปอร์เซ็นต์ และผู้หญิงอยู่ระหว่าง 20-25 เปอร์เซ็นต์

สรุปหลักทั่วๆ ไป ของการฝึกด้วยน้ำหนักแบบเดอลอม (Delorme, 1945)

1. การออกกำลังกายแบบแรงต้านทานสูงจำนวนน้อยครั้งทำให้เกิดกำลัง
2. การออกกำลังกายแบบจำนวนมากแรงต้านทานน้อยทำให้เกิดความอดทน
3. การออกกำลังกายแต่ละแบบไม่สามารถให้ผลของอีกแบบหนึ่งได้
4. กล้ามเนื้อซึ่งลีบและอ่อนแรงควรออกกำลังกายให้ได้กำลังของกล้ามเนื้อเป็นปกติเสียก่อน แล้วจึงพัฒนาความอดทน
5. การออกกำลังกายเพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้กว้างขึ้นแต่ไม่มีกำลังจะไม่ประสบความสำเร็จ ควรออกกำลังกายเพื่อเพิ่มกำลังให้ดีในการเคลื่อนไหวที่จำกัด
6. การออกกำลังกายแบบกลุ่มหรือใช้เกมในโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพไม่สำเร็จในการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน
7. การเพิ่มกำลังของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วจะสำเร็จโดยการออกกำลังกายอย่างหนักและสม่ำเสมอ โดยให้ใช้กำลังที่สูงสุด

เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) ได้กล่าวถึง ข้อดีและข้อเสียของการฝึกด้วยเครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน ไว้ดังนี้

ข้อดีของการฝึกด้วยเครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน

1. เครื่องมือบางชนิดถูกสร้างขึ้นมา เพื่อใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อส่วนใดส่วนหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งสามารถให้ผลแน่นอนตรงตามจุดหมายได้มากกว่าและดีกว่าการฝึกด้วยอุปกรณ์ดัมเบลหรือบาร์เบล หรืออุปกรณ์อิสระ (Free weights) อื่นๆ
2. เครื่องมือฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนแต่ละชุดที่สร้างขึ้น นอกจากจะนำไปใช้ประโยชน์ในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วยังให้ความสะดวกและปลอดภัยแก่ผู้ใช้สูงกว่าอุปกรณ์ดัมเบลหรือบาร์เบล หรือ อุปกรณ์อิสระอื่นๆ
3. เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนบางชุดสามารถฝึกได้พร้อมกันที่เดียวครั้งละ 2-10 คน ช่วยให้การฝึกดำเนินไปด้วยความรวดเร็ว และประหยัดเวลาในการฝึก
4. การปรับเพิ่มความต้านทานหรือความหนักในการฝึกใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ทำให้สะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องเสียเวลาถอดเปลี่ยนแผ่นน้ำหนักที่ใช้เป็นความต้านทานในการฝึก เป็นแรงจูงใจที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้ที่รักและสนใจการออกกำลังกายแต่ไม่ค่อยมีเวลาหรือมีเวลาจำกัดหันมาออกกำลังกายโดยใช้เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนกันมากขึ้น

ข้อเสียของการฝึกด้วยเครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน

1. การทำงานของเครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนทุกชนิด จะถูกควบคุมทิศทางและมุมที่บังคับ ช่วยให้เกิดความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้เข้ารับการฝึก แต่ข้อเสียคือ กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ช่วยรักษาความสมดุลและช่วยสนับสนุนการเคลื่อนไหว จะหมดความหมายหรือไม่ได้รับประโยชน์จากการนั้นเลย เพราะการเคลื่อนไหวทั้งหมดถูกกำหนดให้เคลื่อนที่อยู่ในแกนบังคับ ทำให้กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ประสานงานและช่วยสนับสนุนการเคลื่อนไหว มิได้รับการฝึกหรือการพัฒนาควบคู่พร้อมกันไปด้วย

2. เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนโดยทั่วไปมีขอบข่ายในการใช้งานที่ค่อนข้างจำกัด และไม่สามารถปรับอัตราความเร็วได้ตามต้องการ ซึ่งในทักษะกีฬาและการเคลื่อนไหวบางลักษณะต้องการจังหวะหรือความเร็วในแต่ละช่วงแตกต่างกันไป กรณีดังกล่าวนี้ เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่มีอยู่ส่วนมากไม่สามารถปรับอัตราความเร็วตามลักษณะของการเคลื่อนไหวที่เป็นธรรมชาติได้

3. เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนถูกสร้างขึ้นเพื่อให้คนส่วนใหญ่ที่มีรูปร่างปานกลางได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้น ผู้ที่มีรูปร่างใหญ่หรือเล็กเตี้ยเกินกว่าขนาดของเครื่องมือนั้น จึงไม่สะดวกหรือสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องมือนั้นๆได้อย่างเต็มที่

4. เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนบางชนิดมีราคาค่อนข้างสูง หรือแพงเกินกว่าสถานที่ออกกำลังกายบางแห่งรวมทั้งคนธรรมดาทั่วไปจะซื้อหามาใช้เป็นส่วนตัวได้

5. เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนแต่ละชิ้นถูกสร้างขึ้น เพื่อประโยชน์ในการฝึกร่างกายเฉพาะส่วน ดังนั้น เมื่อต้องการฝึกหรือออกกำลังกายหลายส่วนย่อมต้องการใช้เครื่องมือมากชิ้นขึ้น เพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการ เป็นเหตุให้เปลืองค่าใช้จ่ายสูงและจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมากขึ้น

6. ความรู้สึกไม่คุ้นเคยกับรูปร่างของเครื่องมือ ประกอบกับความไม่เข้าใจในขั้นตอนวิธีการใช้ เป็นเหตุให้คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยแน่ใจหรือยอมรับว่า เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนเหล่านั้น จะให้ประโยชน์หรือมีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายได้จริงหรือไม่

ข้อดีของการฝึกด้วยน้ำหนัก

การใช้ความหนักระดับสูง คือ 80-90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จะเป็นการรับประกันได้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้องเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน (Berger, 1992) จึงทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากความแข็งแรงสูงสุด มีความสัมพันธ์สูงกับพลังกล้ามเนื้อ (Rutherford et al., 1986)

ข้อเสียของการฝึกด้วยน้ำหนัก

เอลเลียท, วิลสัน และเคอร์ (Elliott, Wilson and Kerr, 1989) พบว่า ถ้ายกน้ำหนักในท่าเบนช์เพรส (Bench press) ด้วยความเร็วเต็มที่ โดยใช้ความหนัก 1 อาร์เอ็ม จะมีช่วงของการลดความเร็วเป็น 24 % จากอัตราความเร็วของการทำงานในลักษณะหดสั้นเข้า แต่ถ้าความหนักลงเหลือ 81% ของ1 อาร์เอ็ม กลับทำให้ช่วงของการลดความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 52 % ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อเริ่มยกด้วยอัตราเร็วสูงขึ้นนั้น ก็ต้องผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่ เพื่อให้น้ำหนักหยุดอยู่ที่จุดสิ้นสุดของการเคลื่อนที่พอดี

จากสูตร Power = Strength x Speed

จะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จะต้องทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือความเร็วเพิ่มขึ้น หรือทั้งความแข็งแรงและความเร็วเพิ่มขึ้น ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้โดยทั่วไป จึงมีข้อจำกัด

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้กล่าวถึง ข้อดีและข้อเสียของการฝึกพลัยโอเมตริกและการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักไว้ดังนี้

ข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริก

1. การฝึกพลัยโอเมตริกเป็นกิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติในลักษณะแรงระเบิดมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก ดังนั้นการออกแรงอย่างรวดเร็ว จึงเป็นการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อด้วย จากการศึกษาของแฮคคิเนน โคมิและอเลน (Hakkinen, Komi and Alen, 1985) พบว่าในลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกนั้นทำให้สามารถเพิ่มอัตราการพัฒนาแรงและพลังกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะไม่มีการผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่เหมือนที่เกิดขึ้นกับการฝึกด้วยน้ำหนักซึ่งน้ำหนักจะหยุดอยู่ที่ช่วงของการเคลื่อนไหวพอดี ดังนั้นการฝึกพลัยโอเมตริกจึงเป็นการออกแรงมากและเพิ่มอัตราความเร็วตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ซึ่งเหมือนกับลักษณะของกีฬาส่วนใหญ่

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติ ในลักษณะที่ใช้อัตราความเร็วสูงกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก ทำให้สามารถถ่ายโยงลักษณะของการเคลื่อนที่ด้วยอัตราความเร็วสูง ไปยังสถาณการณ์ในการแข่งขันจริงได้

4. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะวงจรเหยียด-สั้น ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเหมือนกับการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ จากการศึกษาของสมิทไบลเซอร์ กอลโฮเฟอร์ และฟริค (Schmidt Gollhofer and Frick, 1988) พบว่า กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นการสนับสนุนความสามารถในการใช้วงจรเหยียดสั้น โดยการใช้ประโยชน์ของพลังงานที่เกิดจากการเหยียดตัวออกของกล้ามเนื้อและรีเฟล็กยืดมากขึ้น

ข้อเสียของการฝึกพลัยโอเมตริก

1. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริก ทำให้เกิดแรงกระแทกในระดับสูงเมื่อจะลงสู่พื้น ซึ่งแรงกระแทกขนาด 3-4 เท่าของน้ำหนักตัวนั้นทำให้เกิดอาการบาดเจ็บในระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกได้ ถ้าไม่มีการเตรียมพื้นฐานความแข็งแรงมาก่อน และใช้พื้นรองรับที่มีแรงกระแทกได้

2. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกตามแบบที่ใช้โดยทั่วไปนั้น ในการฝึกส่วนล่างของร่างกายก็จะใช้น้ำหนักตัวเป็นน้ำหนักในการฝึก ส่วนในการฝึกส่วนบนของร่างกายก็จะใช้เมดิซีนบอลขนาด 3-10 กิโลกรัมเป็นน้ำหนักในการฝึก

การฝึกส่วนล่างของร่างกายโดยใช้น้ำหนักตัวนั้น ไม่สามารถกำหนดอย่างแน่นอนได้ ถึงแม้ว่าจะมีผู้ที่พยายามศึกษาจนได้ความสูงของกล่องในการฝึกท่าเด็พธ์จัมพ์ของผู้ที่มีน้ำหนักต่างๆกัน ทั้งนี้ยังมีปัจจัยเรื่องเพศ อายุชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ตลอดจนความแข็งแรงเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

การฝึกส่วนบนของร่างกายโดยใช้เมดิซีนบอลขนาด 3-10 กิโลกรัมนั้น ไม่มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มารองรับ ซึ่งจากการวิจัยพบว่า พลังกล้ามเนื้อจะพัฒนาได้ดีที่สุดเมื่อใช้น้ำหนักประมาณ 30 - 40% ของความแข็งแรงสูงสุด

3. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกมีความจำกัดในด้านจำนวนของท่าฝึก โดยที่ท่าฝึกส่วนใหญ่เป็นท่าฝึกสำหรับส่วนล่างของร่างกายที่เน้นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียดสะโพกและขา ส่วนการ

ใช้เมดิซีนบอลนั้น ความหนักของเมดิซีนบอลยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ นอกจากนั้น การเคลื่อนไหวลักษณะบางอย่างยังไม่สามารถใช้การฝึกพลัยโอเมตริกได้

4. กิจกรรมการฝึกพลัยโอเมตริกจะต้องปฏิบัติในลักษณะที่ใช้อัตราความเร็วสูง ดังนั้น ความแข็งแรงที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าการฝึกด้วยน้ำหนัก

ข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

1. กิจกรรมการฝึกมีลักษณะการฝึกพลัยโอเมตริกเป็นหลัก โดยมีการฝึกน้ำหนักช่วยเสริม ซึ่งใช้ข้อดีของการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้น้ำหนักที่มีผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุดกับข้อดีของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวด้วยอัตราความเร็วสูง และมีการเร่งความเร็วตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว

2. ให้ผลในการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางการกีฬาได้ดีกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ทั่วไปหรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว

ข้อเสียของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก

1. การใช้ความหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดแล้วปฏิบัติในลักษณะลัยโอเมตริกที่แท้จริงแล้ว ทำให้เกิดแรงกระแทกมากขึ้นในขณะสัมผัสพื้นซึ่งจะมีอัตราการเสี่ยงจากการบาดเจ็บสูงขึ้น นอกจากนั้นยังทำให้ช่วงเวลาของการสัมผัสพื้นเพิ่มขึ้น และความเร็วในการปฏิบัติลดลงอีกด้วย

2. ความจำกัดเกี่ยวกับท่าฝึกซึ่งไม่สามารถใช้ท่าฝึกพลัยโอเมตริกได้ทุกท่า เนื่องจากมีการใช้น้ำหนัก 30 % ของความแข็งแรงสูงสุดเพิ่มเข้าไป โดยเฉพาะท่าที่มีการเคลื่อนที่และการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดก็จะต้องทดสอบด้วยท่าฝึกด้วยน้ำหนักก่อนจึงจะนำไปใช้กับท่าการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกัน

อุปกรณ์และเครื่องมือฝึกแบบต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการออกกำลังกาย ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์การฝึกอิสระ (Free weights) หรือเครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนก็ตามล้วนแต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายให้ได้มากที่สุดเท่าที่สามารถจะกระทำได้ รูปแบบของเครื่องมือและอุปกรณ์การฝึกจึงถูกดัดแปลงหรือปรับปรุงตลอดเวลา เพื่อความเหมาะสมและประสิทธิภาพการใช้งาน

การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จึงเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า การฝึกความแข็งแรงตามประเพณีนิยม (Traditional strength training) จากการศึกษาของเบอร์เกอร์ (Berger, 1962) พบว่า การใช้ความหนักในระดับสูง คือ 80 - 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ในจำนวนครั้ง 4 - 8 ครั้ง เป็นผลให้ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด

เหตุผลของการค้นพบนั้น ชมิทไบล์เชอร์ (Schmidtbleicher, 1988) ได้อธิบายว่า ตั้งอยู่บนรากฐานของทฤษฎีแห่งขนาดของการระดมหน่วยยนต์ (Size theory of motor unit recruitment) หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าซึ่งมีขนาดเล็ก จะถูกระดมมาทำงานก่อน ส่วนหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วซึ่งมีขนาดใหญ่ จะถูกระดมมาทำงานก็ต่อเมื่อมีการเคลื่อนไหวที่เร็วและต้องออกแรงมากเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้ความหนักในระดับสูง มาใช้ในการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา ซึ่งเป็นหลักประกันว่า หน่วยยนต์ทั้งของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า และหน่วยยนต์ที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานทั้งหมด

เมื่อความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย ดังที่รูเธอร์ฟอร์ด และคณะ (Rutherford et al., 1986) ได้รายงานว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับพลังกล้ามเนื้อ

เนื่องจากความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อมีลักษณะที่แตกต่างกัน เบม และเซล (Behm and Sale, 1993) ได้แนะนำว่า พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬานั้นสามารถจะพัฒนาได้ดีที่สุดโดยใช้การฝึกความแข็งแรงตามแบบประเพณีนิยม ที่ใช้ความหนักในระดับสูงด้วยการพยายามยกน้ำหนักนั้นในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการทำงานของประสาท จึงทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาดีขึ้น

สคอเอนเฟลด์ (Schoenfeld, 2000) กล่าวว่า เนื่องมาจากการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง และจำนวนครั้งน้อยนั้น จำเป็นต้องใช้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวลดลงในลักษณะเป็นแรงระเบิด ทั้งนี้ปรากฏหลักฐานที่ได้มีผู้ศึกษาค้นพบว่า หน่วยยนต์ที่มีจุดเริ่มต้นของการถูกกระตุ้นสูงจะถูกระดมมาทำงาน ในขณะที่หน่วยยนต์ที่มีจุดเริ่มต้นของการถูกกระตุ้นต่ำจะถูกรั้งหรือยับยั้งไม่ให้ทำงาน

เอบเบน และวัตต์ (Ebben and Watt, 1998) ได้สำรวจเอกสารต่างๆ ที่ได้มีผู้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก สรุปได้ว่า ก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริกจำเป็นต้องผ่านการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน ซึ่งมีผู้เสนอแนะดังนี้

ชู (Chu, 1992) แนะนำให้ฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากมีประสบการณ์ในการฝึกกระโดดขั้นพื้นฐานและฝึกด้วยน้ำหนักมาแล้ว

อัลเลอไฮลิเก้น (Allerheiligen, 1994) และวาเธน (Wathen, 1993) ได้เสนอแนะวิธีการทดสอบความแข็งแรง ในระดับที่จะฝึกพลัยโอเมตริกต่อไปได้ โดยมีเกณฑ์ ดังนี้

ส่วนล่างของร่างกาย สามารถแบกน้ำหนักย่อตัวได้ 1.5 – 2.5 เท่าของน้ำหนักตัว หรือแบกน้ำหนักย่อตัวด้วยน้ำหนักขนาด 60 % ของน้ำหนักตัวได้ 5 ครั้ง ภายในเวลาไม่เกิน 5 วินาที

เฮดริก (Hedrick, 1994) แนะนำให้ฝึกพลัยโอเมตริก หลังจากฝึกวิ่งเร็วและฝึกด้วยน้ำหนักมาแล้ว 4-6 สัปดาห์

ชมิทไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1992) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) โดยใช้ระยะเวลาของการฝึก 6 - 8 สัปดาห์ ดังนี้

1. วิธีการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ (Maximal contraction training) ลักษณะสำคัญของวิธีนี้คือ การให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้น โดยการออกแรงเอาชนะน้ำหนักในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1.1 หดตัวเกือบเต็มที่แบบความยาวลดลง (Near - maximal concentric contraction)

ความหนัก	90	95	97	100	100(+1 กก.)	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	3	1	1	1	1	ครั้ง
จำนวนชุด					5	ชุด
เวลาพัก					3 - 5	นาที
จังหวะของการยก					เร็ว	
ความถี่ของการฝึก					3	ครั้งต่อสัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 หดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลง (Maximal concentric contraction)

ความหนัก	100	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	1	ครั้ง
จำนวนชุด	5	ชุด
เวลาพัก	3 - 5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	
ความถี่ของการฝึก	3	ครั้งต่อสัปดาห์

1.3 หดตัวเต็มที่แบบความยาวลดลง - ความยาวเพิ่มขึ้น (Concentric eccentric maximal contraction)

ความหนัก	70 - 90	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	6 - 8	ครั้ง
จำนวนชุด	3 - 5	ชุด
เวลาพัก	5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	(เฉพาะขณะหดสั้นลง)
ความถี่ของการฝึก	3	ครั้งต่อสัปดาห์

วิธีการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ในลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ เน้นที่จังหวะของการยกซึ่งจะต้องพยายามออกแรงให้เร็วที่สุดเท่าจะทำได้ เพื่อให้น้ำหนักที่นำมาใช้ฝึกนั้นเคลื่อนที่ไปอย่างเร็ว แต่แท้ที่จริงแล้วไม่สามารถที่จะเคลื่อนที่ไปอย่างเร็วตามที่ต้องการได้ เนื่องจากน้ำหนักที่นำมาใช้ฝึกนั้นมีความหนักมากนั่นเอง

2. วิธีการฝึกแบบผสม (Mixed method) ลักษณะสำคัญของวิธีนี้คือ การพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ ในโปรแกรมการฝึกเดียวกัน โดยออกแรงเอาชนะน้ำหนักในลักษณะต่างๆ ดังนี้

2.1 วิธีการฝึกความแข็งแรงแบบรวดเร็ว (Speed strength method)

ความหนัก	30 - 50	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	7	ครั้ง
จำนวนชุด	5	ชุด
เวลาพัก	3 - 5	นาที
จังหวะของการยก	เร็ว	(เฉพาะขณะความยาวลดลง)
ความถี่ของการฝึก	3	ครั้งต่อสัปดาห์

2.2 วิธีการฝึกแบบปิรามิด (Pryamid method)

ความหนัก	80	85	90	95	100	95	85	%ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	7	5	3	2	1	2	5	ครั้ง
จำนวนชุด						7		ชุด
เวลาพัก						3 - 5		นาที
จังหวะของการยก						เร็ว		

บอมพา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training) ดังนั้น

1. วิธีการฝึกแบบโอโซโทนิก (Isotonic method) โดยการพยายามที่จะทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ให้เร็วที่สุด และแรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ น้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นแรงต้านภายนอก (External resistance) ส่วนแรงที่จะเอาชนะความเฉื่อยของน้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นความแข็งแรงภายใน (Internal strength) ซึ่งจะต้องมากกว่าแรงต้านทานภายนอก ถ้าความแข็งแรงภายในเพิ่มขึ้นก็จะสามารถทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเพิ่มขึ้นด้วย ช่วงของการเคลื่อนที่ที่ลำบากที่สุด ก็คือ ช่วงเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ ดังนั้นความแข็งแรงสูงสุดจึงมีความสำคัญต่อการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำให้เกิดการเริ่มต้นเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นแรงระเบิดเพิ่มขึ้น และที่สำคัญไปกว่านั้นก็คือ จะต้องมีความสามารถที่จะใช้ความแข็งแรงสูงสุดนั้นด้วยความเร็วสูง โปรแกรมการฝึกมีดังนี้

ความหนัก

นักกีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆ กัน 30 - 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

นักกีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว 50 - 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง 10 ครั้ง

จำนวนชุด 3 - 6 ชุด

เวลาพัก 2 - 6 นาที

จังหวะของการยก เร็ว

ความถี่ของการฝึก 2 - 3 ครั้งต่อสัปดาห์

2. วิธีการฝึกแบบพลังต่อต้าน (Power - resisting method) โดยการสลับความหนักของการฝึก ซึ่งใช้น้ำหนักมากก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ ซึ่งใช้น้ำหนักมากก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ แล้วตามด้วยการใช้น้ำหนักน้อยในทันทีโดยใช้จังหวะการยกที่เร็วเป็นลักษณะของแรงระเบิด โปรแกรมการฝึกมีดังนี้

ความหนัก

น้ำหนักมาก 80 - 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

น้ำหนักน้อย 30 - 50 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง

น้ำหนักมาก 2 - 4 ครั้ง

น้ำหนักน้อย 2 - 4 ครั้ง

รวม 4 - 8 ครั้ง

จำนวนชุด 3 - 5 ชุด

เวลาพัก 2 - 4 นาที

จังหวะของการยก

น้ำหนักมาก ช้า

น้ำหนักน้อย เร็ว

ความถี่ของการฝึก 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วาเธน (Wathen, 1994) บอมพา (Bompa, 1998) บีเคิล เอิล และวาเทน (Baechle, Earle and Wathen, 2000) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการยกความหนักที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ได้แก่

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนครั้งของการยกกับความหนักคิดเป็น% ของหนึ่งอาร์เอ็ม

จำนวนครั้ง	% ของหนึ่งอาร์เอ็ม		
	วาเธน	บอมพา	บีเคิล เอิล และวาเทน
	ค.ศ. 1994	ค.ศ. 1998	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 1 จากตารางแสดงให้เห็นว่าบีเคิล เอิล และวาเทน ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการยกกับความหนักที่คิดเป็น% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ได้ทันสมัย และวาเทนยังเป็นคนเดียวกับวาเธนในปี ค.ศ.1994 นอกจากนั้นตัวเลขยังตรงกับบอมพาในปี ค.ศ.1998 อีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ยึดตัวเลขของบีเคิล เอิล และวาเทนในปี ค.ศ.2000 เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึก

ตารางที่ 2 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
กีฬาที่ใช้ความพยายามซ้ำๆ กัน	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 และวาเทน (Baechle, Earle and wathen,2000) ได้อธิบายว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อนั้น ความหนักที่ใช้ในการฝึกคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จะสอดคล้องกับจำนวนครั้งที่ยก ส่วนการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ความหนักคาบเกี่ยวอยู่กับความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความหนักที่ใช้ในการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อ จำนวนครั้งของการยกจะลดลง เนื่องจากในการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อต้องการยกด้วยความเร็วเต็มที่ทุกครั้ง ดังนั้นจึงให้ความสำคัญกับคุณภาพของการยกมากกว่าปริมาณการยกในแต่ละชุด

ดังนั้นเป้าหมายของการฝึกในการวิจัยครั้งนี้ คือ ชนิดกีฬาที่ใช้ความพยายามครั้งเดียว เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ

ในการแข่งขันกีฬานั้น นักกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อของตนเองเพื่อใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ของการแข่งขัน ซึ่งอาจจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของกีฬา บอมพา (Bompa, 1993) ได้สรุปแบบพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาไว้ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดนั้น ทักษะในการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตามพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้น จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของการตกลงสู่พื้นนั้น การลงสู่พื้นจากความสูง 80 - 100 เซนติเมตรนั้นข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6-8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะที่ลงสู่พื้นนั้น กล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมาอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะลงสู่พื้นได้ ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นถ้ามีการกระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทางกล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) สถานการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆและกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต

2. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม-พุ่ง-ขว้าง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องมีการทุ่ม-พุ่ง-ขว้างอุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิดนั้นต้องการพลังกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสร้างความเร็วให้กับอุปกรณ์กีฬาเหล่านั้นจากจุดเริ่มต้นให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้นตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาชนิดที่ต้องปล่อยอุปกรณ์ออกไปจากมือเพื่อให้ได้ระยะทางที่มากที่สุด

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในกระโดดขึ้นจากพื้น (Take–off power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่มีการกระโดดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุดซึ่งเป็นการกระโดด ในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายิ่งย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว แต่ถ้านักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อไม่มากพอก็จะทำให้การกระโดดนั้นช้าลง และมีผลให้ประสิทธิภาพของการกระโดดลดลงด้วย

4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ความเร็วต้นของการเคลื่อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่นั้นๆ สถานการณ์เหล่านี้

จะเกิดขึ้นในการแข่งขันกีฬาที่มีการต่อสู้ การออกอาวุธได้เร็วกว่าย่อมได้เปรียบคู่ต่อสู้รวมทั้งการเริ่มต้นวิ่งออกจากที่ยันเท้าของนักวิ่งระยะสั้น ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นวิ่งได้เร็วกว่า

5. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมชนิดต่างๆ และกีฬาที่ใช้แร็คเก็ต (racket) ที่มีการหลอกล่อคู่ต่อสู้หรือมีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทางต้องการพลังกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่งจำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะแบบนี้จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย

6. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันกีฬาประเภททีมและกีฬาประเภทบุคคลชนิดต่างๆ ทั้งที่แข่งขันกันบนบกและในน้ำต่างก็มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็วด้วยกันทั้งสิ้น พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายไปข้างหน้าอย่างรวดเร็วหรือสามารถเอาชนะแรงต้านของน้ำได้

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อทั้งหกลักษณะนี้เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวได้เร็ว (Fast twitch fiber)

แนวคิดการพัฒนาพลังระเบิดกล้ามเนื้อ

บอมพา (Bompa, 1983) ได้สรุปผลการศึกษาของเฮคคิเนน และโคมิ (Hakkinen and Komi, 1983) พบว่า การพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วย มีเหตุผลดั้งนี้

1. ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว

2. เซลประสาทยนต์ (Motor neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้นในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท

3. มีความสอดคล้องกันมากขึ้นและดีขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor unit) กับรูปแบบของการปล่อยกระแสประสาท

4. กล้ามเนื้อทำงานโดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในเวลาสั้น มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) หรือมีการทำงานประสานงานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับ

ปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง

5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงาน (Intramuscular coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้เร็วขึ้น

ดังนั้นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้น โปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะนั้นๆ ให้มากที่สุด กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใด ก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น

นิวตัน และเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่า พลังระเบิดกล้ามเนื้อหมายถึง พลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูง ในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไป หรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้นยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ตอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆ ด้วย ในขณะที่นักกีฬาที่พยายามจะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วส่วนต่างๆของร่างกาย โดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ

1. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่าอัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้งสองประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)
4. วงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นลง (Stretch – shortening cycle)

5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination & skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้ต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้นยุทธวิธีการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน ไม่ใช่การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

วิลสัน (Wilson, 1994) กล่าวว่า เนื่องจากในการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบความยาวลดลงนั้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ มีความสัมพันธ์กันในทางตรงข้ามกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงไม่สามารถที่จะพัฒนาคุณสมบัติทั้งสองประการนี้ให้เพิ่มมากที่สุดในเวลาเดียวกันได้ การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อซึ่งเป็นผลจากความแข็งแรงกล้ามเนื้อกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนี้ จึงมีสามวิธี ดังนี้

1. ให้กล้ามเนื้อออกแรงมากด้วยความเร็วต่ำ โดยการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง

2. ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วสูงโดยการฝึกพลัยโอเมตริกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน

3. ให้กล้ามเนื้อออกแรงปานกลางด้วยความเร็วปานกลางโดยการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปด้วยน้ำหนัก 30 – 45 % ของความแข็งแรงสุงสุด

เยซิส (Yessis, 1994) กล่าวว่า ในกีฬาชนิดที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อนั้น มีลักษณะการเคลื่อนไหวเป็นแรงระเบิด ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวสามส่วนด้วยกัน คือ ความเฉื่อย (Inertia) โมเมนตัม (Momentum) และความเร่ง (Acceleration) โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิด จะเริ่มต้นออกแรงเอาชนะความเฉื่อยก่อน และการออกแรงนั้นจะไม่คงที่เพื่อให้เกิดโมเมนตัมและความเร่งตามมา ซึ่งเป็นการทำงานในระดับสูงของระบบประสาทที่จะต้องปล่อยกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อที่ออกแรงนั้น ในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ อีกทั้งยังต้องการข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนที่หลายๆ ข้อต่อมาทำงานสัมพันธ์ ซึ่งแต่ละข้อต่อจะมีช่วงเวลาของการเร่งความเร็ว และช่วงเวลาของการลดความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของข้อต่อนั้นๆ แตกต่างกันไป ในการปฏิบัติทักษะกีฬาบางชนิดเป็นการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง (Speed-strength) ซึ่งต้องการความเร็วมากกว่าความแข็งแรง ได้แก่ ยกน้ำหนัก ดั้งนั้นในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ที่ประกอบไปด้วยการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการพัฒนาความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อนั้นเปอร์เซ็นต์ในการพัฒนาแต่ละส่วน จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของกีฬาแต่ละชนิด

เยซีส (Yessis, 1994) กล่าวว่า ในวงการกีฬานั้นเป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่า พลัง เปรียบประดุจดังแรงระเบิด ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่างความเร็วกับความแข็งแรง แรงระเบิดนี้จะแสดงออกมาเมื่อนักกีฬาเอาชนะแรงต้านทานหรือน้ำหนักได้ภายในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากสูตร $P = \frac{F \times d}{t}$

ในที่นี้ P = พลัง

F = แรง

d = ระยะทาง

t = เวลา

ในเมื่อ ความเร็ว = $\frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$

ดั้งนั้น พลัง = แรง x ความเร็ว

ในการปฏิบัติทักษะกีฬาใดๆ ให้เกิดพลังสูงสุดนั้น มักจะเป็นการรวมกันระหว่างการออกแรงมาก กับการเคลื่อนไหวที่เร็วมาก มากกว่าการพยายามที่จะออกแรงให้มากที่สุดหรือเคลื่อนไหวให้เร็วที่สุด แต่เพียงอย่างเดียว

ชู (Chu, 1996) กล่าวว่าในร่างกายมนุษย์นั้น มีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วและเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า กล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าเรียกว่าชนิด I ซึ่งสามารถแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลานาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วนั้น แบ่งออกเป็นชนิด IIa และชนิด IIb ซึ่งสามารถแรงสูงสุดได้ในระยะสั้น เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ เช่น นักฟุตบอลและนักวิ่งระยะสั้น เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้ คือ ชนิด IIa มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด IIb จะหดตัวก่อนเมื่อการเมื่อยล้าแล้วชนิด IIa ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นจะมีกล้ามเนื้อชนิด IIc ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และแบบเส้นกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ จะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วช่วยให้นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและในลักษณะเป็นแรงระเบิด เส้นใยกล้ามเนื้อที่

หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคงและท่าทางของนักกีฬา ในขณะที่ทำการเคลื่อนไหวใดๆ ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

สโตน และบอร์เดน (Stone and Borden, 1997) สรุปว่า แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจง เป็นสิ่งที่สำคัญอันดับแรกในการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการฝึกโดยใช้แรงต้าน ซึ่งความเฉพาะเจาะจงนี้เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานของร่างกาย และกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในส่วนของกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายนั้น คำนึงถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายของกิจกรรมการฝึกกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในขณะที่แสดงความสามารถออกมาในขณะแข่งขัน ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบของการเคลื่อนที่แรงสูงสุด (Peak force) อัตราการพัฒนาแรง การเร่งความเร็ว และอัตราเร็ว ดังนั้น ถ้ากลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในขณะฝึกเหมือนกับในขณะแข่งขัน ก็จะมีการถ่ายโยงกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายได้มากขึ้น

ในการพัฒนากล้ามเนื้อของนักกีฬาที่ยังไม่เคยฝึกมาก่อนนั้น การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงจะให้ประโยชน์มากกว่า ส่วนนักกีฬาที่มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้วจำเป็นจะต้องได้รับการให้กล้ามเนื้อออกแรงด้วยความเร็วสูง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอัตราการพัฒนาแรง และความเร็วในการเคลื่อนที่

โอ'เช (O'Shea) เสนอแนะว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อโดยการยกน้ำหนักนั้น จะต้องใช้ท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา ได้แก่ ท่าเพาเวอร์สแนทช์ ท่าเพาเวอร์คลีน ท่าพูล และท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ซึ่งล้วนเป็นท่าฝึกที่ใช้การยืนเป็นอิสระ และใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการยก คุณค่าของการฝึกเหล่านี้ก็คือ ความสามารถที่จะเลียนแบบการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่และแรงระเบิดที่ต้องการเมื่อมีการขี่จักรยาน วิ่ง ว่ายน้ำ กระโดด ทุ่ม พุ่ง ขว้าง ตี และการแทค (Tackling) โดยที่กล้ามเนื้อออกแรงในปริมาณที่เหมาะสมตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามระยะทางและเวลาที่ต้องการของกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกในรูปแบบของกีฬานี้จะพัฒนาระบบประสาทสรีรวิทยา (Neurophysiological system) และระบบประสาทจิตวิทยา (Neuropsychological system) ซึ่งหาไม่ได้จากการฝึกเพาะกาย หรือการฝึกโดยใช้เครื่องมือฝึกด้วยน้ำหนักทั่วๆไป

นอกจากนั้น โอ'เช ได้แบ่งเส้นใยกล้ามเนื้อออกเป็นสามกลุ่ม ด้วยกัน คือ

1. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า แบบออกซิเดทีฟ (Slow - twitch oxidative)

2. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แบบออกซิเดทีฟ (Fast - twitch oxidative) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิดที่อดทนต่อความเมื่อยล้า (Fast - twitch fatigue resistance)

3. เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก(Fast – twitch glycolytic) หรือเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วชนิด (Fast – twitch fatigable)

ในการฝึกความแข็งแรงนั้น หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟจะถูกระดมมาทำงานก่อน ทั้งนี้เนื่องจากมีขนาดเล็กและมีจุดเริ่มต้นของการกระตุ้นต่ำ จากนั้นหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟ และหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติกจะถูกระดมมาทำงานตามลำดับ ซึ่งลำดับของการระดมหน่วยยนต์ที่กำหนดขึ้นโดยหลักของขนาด(Size principle) นี้ จะไม่ครอบคลุมถึงการเคลื่อนที่ที่ใช้พลังระเบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนที่ลักษณะเช่นนี้ หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และ โอ'เช ได้รายงานการศึกษาเกี่ยวกับเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดที่ถูกระดมมาทำงาน ในการยกน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวของนักกีฬาที่ได้รับการฝึกมาแล้ว โดยใช้ความหนัก 60 % 70 % 80 % 90 % และ 100 % ของ 1 อาร์เอ็ม ตามลำดับ อย่างละ 1 ครั้ง การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ติดไว้ที่กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด ที่ถูกระดมมาทำงาน ในระดับความหนักต่างๆ

ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ	% ของ 1 อาร์เอ็ม				
	60	70	80	90	100
เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าแบบออกซิเดทีฟ	60	40	25	15	5
เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบออกซิเดทีฟ	30	40	40	25	25
เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วแบบกลัยโคลัยติก	10	20	35	60	70

โอ'เช ได้สรุปผลจากการศึกษาครั้งนี้ว่า การฝึกความแข็งแรงที่ใช้ท่าฝึกในรูปแบบกีฬานั้น ในการพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แบบกลัยโคลัยติก จะต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไป ถ้าจะทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แบบกลัยโคลัยติก ถูกระดมมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ ก็จะต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 90 %ของหนึ่งอาร์เอ็มขึ้นไป และมีการเคลื่อนที่ในลักษณะพลังระเบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อ

เบเกอร์ (Baker, 2001) อ้างถึงใน ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) กล่าวว่า ความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมีสองลักษณะ คือ จำนวนครั้งที่ยกได้มากที่สุด (Repetition maximum) และเปอร์เซนต์ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดหนึ่งครั้ง (% of 1 RM) ส่วนความหนักที่ใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ก็อาจจะใช้ในลักษณะเปอร์เซนต์ของพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุด ดังนั้นความหนักที่ใช้ในการฝึกก็คือ ความหนักที่ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อได้ใกล้เคียงกับพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุดเท่าที่จะทำได้ เพราะฉะนั้น ความหนักที่ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อ 80 - 100 % ของพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุด อาจจะเป็นเพียงน้ำหนักแค่ 40 - 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

ในการกำหนดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณการฝึกและความหนักของการฝึกภายในแต่ละสัปดาห์ ได้แก่ ถ้ากำหนดให้มี

การฝึกสองวันต่อสัปดาห์ ก็จะกำหนดให้มีการฝึกด้วยความหนักในระดับสูง และความหนักในระดับต่ำ อย่างละหนึ่งวัน ถ้ากำหนดให้มีการฝึกสามวันต่อสัปดาห์ ก็จะกำหนดให้มีการฝึกด้วยความหนักในระดับสูง ความหนักในระดับปานกลางและความหนักในระดับต่ำ อย่างละหนึ่งวัน เพื่อให้เกิดความแตกต่างในความหนักของการฝึก ซึ่งจะเกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ได้ผลดี

จากแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาได้เป็นอย่างดี โดยที่ส่วนหนึ่งต้องคำนึงถึงระบบพลังงาน (Energy system) หรือแหล่งพลังงาน (Energy source) ที่สอดคล้องกับการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และอีกส่วนหนึ่งคือกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา เพื่อให้โปรแกรมการฝึกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา จะต้องใช้ท่าฝึกที่ประกอบไปด้วยหลายข้อต่อที่ทำให้กล้ามเนื้อขามัดต่าง ๆ ทำงานต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ทั้งนี้เป็นการทำให้กล้ามเนื้อแต่ละมัดได้ออกแรงมากในเวลาที่รวดเร็ว (ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, 2544)

สรุป

ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา จะต้องใช้ท่าฝึกที่ประกอบไปด้วยหลายข้อต่อที่ทำให้กล้ามเนื้อขามัดต่างๆทำงานต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ทั้งนี้เป็นการให้กล้ามเนื้อแต่ละมัดออกแรงมากในเวลาที่รวดเร็ว สำหรับท่าฝึกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านท่าเลคเพรส (Leg Press) โดยให้ผู้ฝึกย่อเข่าให้มุมของเข่าอยู่ที่ 90 องศา แล้วออกแรงเหยียดเพื่อให้ขาออกจากแท่นพักเท้า ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองใช้แล้ว พบว่ามีประสิทธิภาพสูง เพราะสามารถออกแรงได้เต็มที่ด้วยกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า โดยไม่มีการผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่ใกล้จะถึงจุดสิ้นสุดของการเคลื่อนที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบพลังงานที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ

ในส่วนของระบบพลังงาน หรือแหล่งพลังงาน ได้มีผู้ให้แนวคิดเพื่อเป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการฝึกให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ พอสรุปได้ดังนี้

เฟล็ค และเครเมอร์ (Fleck and Kraemer, 1987) กล่าวว่า แหล่งพลังงานสุดท้ายที่ใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ โมเลกุลของแอดดิโนซีน ไตรฟอสเฟสหรือเอทีพี (Adenosine triphosphate molecule or ATP) เมื่อเอทีพีแตกตัวออกเป็นแอดดิโนซีน ไดฟอสเฟส หรือเอดีพี (Adenosine diphosphate or ADP) โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ (Free phosphate molecule) และพลังงานที่ถูกปล่อยออกมาใช้ในการทำให้มัยโอซิน ครอสบริดส์ (Myosin crossbirdges) ดึงเส้นใยแอคติน (Actin filaments) ให้ประสานกับเส้นใยมัยโอซิน (Myosin filaments) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ

แหล่งพลังงานนี้แบ่งออกเป็นสามชนิด คือ

1. แหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี (ATP - PC energy source) เอทีพี และซีพีที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อและพร้อมที่จะให้พลังงานได้ในทันที ในส่วนที่เป็นเอทีพี เมื่อแตกตัวเป็นเอดีพี โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมาใช้ในการทำงานกล้ามเนื้อได้ทันที ส่วนที่เป็นฟอสโพคีเอทีน หรือซีพี (Phosphocreatine or PC) นั้น เมื่อแตกตัวเป็นครีเอทีน (Creatine) โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมา แต่ยังไม่สามารถใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อได้ต้องมีการรวบตัวกับเอดีพี และโมเลกุลฟอสเฟสอิสระกลับไปเป็นเอทีพีก่อน แล้วเอทีพีจะแตกตัวเป็นเอดีพี โมเลกุลฟอสเฟสอิสระ และพลังงานที่ปล่อยออกมาใช้ในการทำงานของกล้ามเนื้อต่อไป

เอทีพี และพีซี ที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อ และไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา จึงเรียกว่าเป็นแหล่งพลังงานแอนแอโรบิก (Anaerobic source of energy) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณของเอทีพี และพีซีที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อนั้น มีปริมาณที่จำกัด ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้จึงมีความจำกัดไปด้วย สามารถให้พลังงานได้ในเวลา 30 วินาทีหรือน้อยกว่า แต่มีสิ่งที่เป็นข้อได้เปรียบจากแหล่งพลังงานนี้คือ สามารถนำพลังงานมาใช้ได้ในทันทีและพลังงานนั้นเกิดขึ้นในปริมาณที่มากและในเวลาที่รวดเร็ว ดังนั้น แหล่งพลังงานนี้จึงใช้ในรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาต่าง ๆ ในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี -

พีซีนั้น จะใช้ในสถานการณ์ที่นักกีฬาต้องเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็วหรือออกแรงอย่างมากในเวลาสั้น เอทีพี - พีซีก็จะหมดไป เมื่อมีการหยุดพักก็จะมีการสะสมเอทีพี - พีซีไว้ในกล้ามเนื้ออีก ตามระยะเวลา ดังนี้

20	วินาที	จะสะสมเอทีพี - พีซี	ได้	50 %
40	วินาที	จะสะสมเอทีพี - พีซี	ได้	75 %
60	วินาที	จะสะสมเอทีพี - พีซี	ได้	87 %
3 - 4	นาที	จะสะสมเอทีพี - พีซี	ได้	100 %

2. แหล่งพลังงานกรดแลคติก (Latic acid energy source) คาร์โบไฮเดรทจะถูกสะสมไว้ในกล้ามเนื้อในรูปของกลัยโคเจน (Glycogen) กลัยโคเจนประกอบไปด้วยโมเลกุลของน้ำตาลที่เรียกว่า กลูโคส (Glucose) เมื่อโมเลกูลโคสแบ่งตัวออกเป็นสองส่วน ทำให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่า ไพรูเวท (Pyruvate) และพลังงานที่ปล่อยออกมา พลังงานที่ปล่อยออกมาจากโมเลกุลของกลูโคสแต่ละโมเลกุลจะได้สองเอทีพี ส่วนไพรูเวทจะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติกกระบวนการนี้ไม่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการปล่อยพลังงานออกมา และเรียกกระบวนการทั้งหมดนี้ว่า แอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิส (Anaerobic glycolysis)

กรดแลคติกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการแอนแอโรบิกกลัยโคลัยซิสนี้ จะถูกสะสมไว้ในเลือดและกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลข้างเคียงตามมาก็คือ ถ้ากรดแลคติกเกิดขึ้นมาก ก็จะมีผลต่อจุดเชื่อมระหว่างเส้นประสาทกับเส้นใยกล้ามเนื้อที่เป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวดคล้ายถูกเข็มแทง ในขณะเดียวกันภายในเซลล์กล้ามเนื้อจะมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งเป็นการรบกวนกระบวนการทางเคมีภายในเซลล์รวมทั้งกระบวนการการผลิตเอทีพีอีกด้วย ดังนั้นปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้จึงมีความจำกัดอันเนื่องมาจากผลข้างเคียงของกรดแลคติกดังกล่าว

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

3. แหล่งพลังงานออกซิเจน (Oxygen energy source) เป็นแหล่งพลังงานที่ต้องการออกซิเจนมาช่วยในการผลิตเอทีพี มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แหล่งพลังงานแอโรบิก (Aerobic energy

source) แหล่งพลังงานนี้เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและไขมัน โดยปกติในขณะพักนั้น ปริมาณเอทีพีทั้งหมดที่ร่างกายต้องการจะได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันประมาณสองในสามและได้รับจากการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทประมาณหนึ่งในสาม เมื่อมีการออกกำลังกายจะมีการเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่มีการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันลดลงเรื่อย ๆ เช่นกัน

การเผาผลาญอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทโดยใช้ออกซิเจนนี้ เริ่มต้นเหมือนกับกระบวนการแอโรบิกกลัยโคลัยซิส แต่เนื่องจากมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ สารประกอบไพรูเวทที่เกิดขึ้นจึงไม่เปลี่ยนสภาพเป็นกรดแลคติก แต่จะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า วงจรเคร็บ (Kreb's cycle) และการขนส่งอิเล็คตรอน (Electron transport) ในขั้นสุดท้ายจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) น้ำและเอทีพี ซึ่งกลัยโคเจนหนึ่งโมเลกุลจะได้ 39 เอทีพี ส่วนการเผาผลาญอาหารประเภทไขมันจะแตกต่างออกไป โดยจะเข้าไปในขั้นตอนของปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่าเบตาออกซิเดชัน (Beta oxidation) และเข้าสู่วงจรเคร็บโดยตรง ในขั้นสุดท้ายจะได้ คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และเอทีพี เช่นเดียวกัน

ปริมาณของพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายได้รับและปริมาณของออกซิเจนที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา โดยทั่วไปจะใช้เป็นมิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอีกสองชนิดแล้ว แหล่งพลังงานออกซิเจนจะให้พลังงานต่อหน่วยเวลาได้น้อยที่สุด ดังนั้นแหล่งพลังงานออกซิเจน จึงเป็นแหล่งพลังงานหลักในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาที่ใช้ระยะเวลานาน ที่มีความหนักในระดับต่ำและปริมาณที่ไม่จำกัดตราบเท่าที่ยังมีอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทและอาหารประเภทไขมัน

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬานั้น เป็นการทำงานของกล้ามเนื้ออย่างแรงและรวดเร็ว ทั้งในลักษณะเป็นพลังระเบิดของกล้ามเนื้อเพียงหนึ่งครั้งและในลักษณะเป็นพลังงานความอดทนของกล้ามเนื้อที่ทำงานอย่างแรงและรวดเร็วซ้ำ ๆ กันในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี – พีซี

นอกจากนั้น บังสโบ และคณะ (Bangsbo et al., 1990) ได้ทำการศึกษาถึงพลังงานที่ต้องการสำหรับนักกีฬาที่ใช้ความหนักในระดับสูง พบว่า พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานแอนแอโรบิกจะลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่ระยะเวลาของการแข่งขันเพิ่มขึ้น

ระยะเวลา 6 วินาที

- ใช้พลังงานจากเอทีพี 6.3%
- ใช้พลังงานจากซีพี 49.6%
- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก (Anaerobic glycolytic) 44.1%

ระยะเวลา 30 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 60%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก (Aerobic glycolytic) 40%

ระยะเวลา 60 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 50%

ระยะเวลา 120 วินาที

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 35%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก กลัยโคลัยติก 65%

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

- ใช้พลังงานจากแอนแอโรบิก กลัยโคลัยติก 92%
- ใช้พลังงานจากแอโรบิก ไลโปลัยติก (Aerobic lipolytic) 8%

สรุป

ถึงแม้ว่าในการศึกษาแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี หรือแหล่งพลังงานเอทีพี – ซีพี จะมีการระบุถึงความสามารถให้พลังงานได้ในเวลาที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้อันเนื่องมาจากพื้นฐานของแต่ละคนและความหนักของแต่ละคนที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสำหรับท่าฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ใช้ท่าฝึกจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านท่าเลคเพรส (Leg Press) ให้ผู้ฝึกเหยียดขาตรงเพื่ออยู่ในท่าเริ่ม จากนั้นย่อเข่าให้มุมของเข่าเท่ากับ 90 องศา แล้วออกแรงเต็มที่ได้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เท้าออกจากแท่นพักเท้า ซึ่งใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเอทีพี - พีซี เป็นหลัก ซึ่งจากการศึกษาของบังสโบ และคณะ (Bangsbo et al., 1990) พบว่า ในนักกีฬาที่ใช้ความหนักระดับสูง เป็นระยะเวลา 30 วินาที จะใช้พลังงานจากแอนแอโรบิกกลัยโคลัยติกถึง60%

กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อขา

ในส่วนของกล้ามเนื้อขา ได้มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาพลังงานกล้ามเนื้อขา พอสรุปได้ดังนี้

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่าง ๆ ของขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซิมัส (Gluteus maximus)
- กล้ามเนื้อแอดดัคเตอร์ แมกนัส (Adductor magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus)
- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกลูเตียสมีเดียส (Glueus medius)
- กล้ามเนื้อควอดราตัส ฟีมอรีส (Quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ ฟีมอรีส (Quadriceps femoris)
- กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส (Rectus femoris)
- กล้ามเนื้อเทนเซอร์ ฟาสเซีย ลาตี (Tensor fasciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ฮอลลูซีส ลองกัส (Flexor hallucis longus)
- กล้ามเนื้อเฟล็กเซอร์ ดิจิตอรัม ลองกัส (Flexor digitorum longus)
- กล้ามเนื้อทิเบียลิส โพสทีเรีย (Tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus brevis)

ไวเนค ได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่า ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก มีกล้ามเนื้อกลูเตียส แมกซิมัส เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่ายืนปกติจากท่าย่อตัว ในขณะวิ่ง และในขณะกระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า มีกล้ามเนื้อควอไดรเซ็พส์ ฟีมอรีส เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดของร่างกาย มีหน้าที่หลัก คือ การเหยียดเข่า ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส กล้ามเนื้อวาสตัส มีเดียลิส (Vastus medialis) กล้ามเนื้อวาสตัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis) และกล้ามเนื้อวาสตัส อินเตอร์มีเดียส (Vastus intermedius) โดยที่กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่และนอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้ว ยังทำหน้าที่งอสะโพกด้วย ส่วนใหญ่กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้านั้นมีกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกข้อเท้าให้พ้นพื้น ได้แก่ในขณะวิ่งและขณะกระโดด

จากข้อสรุปของไวเนค จะเห็นได้ว่าในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง (Vertical jump) นั้น จะต้องพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเหล่านี้จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานได้

เฮดริค และแอนเดอร์สัน (Hedrick and Anderson, 1996) ได้สรุปวรรณคดีและกรณีศึกษาที่เกี่ยวกับการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่ง (Vertical jump) ว่าได้มีการใช้การกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมการฝึก โดยทั่วไปใช้วัดการพัฒนาความสามารถในการกระโดด ได้แก่ นักกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งจำเป็นต้องมีความสามารถในการกระโดดเป็นปัจจัยสำคัญในการแข่งขัน นอกจากนั้นยังใช้ในการวัดพลังกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาที่ต้องการพลังกล้ามเนื้อขาในระดับสูง ได้แก่ นักกีฬาฟุตบอล

พลังกล้ามเนื้อขาทั้งหมดที่ใช้ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น มาจากกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก 40 % กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า 24.2 % และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า 35.8 % ดังนั้นจึงใช้เป็นแนวทางในการเลือกท่าฝึกที่เหมาะสม ท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก และกลุ่ม

กล้ามเนื้อเหยียดเข่า ได้แก่ ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว ส่วนท่าฝึกที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ได้แก่ ท่าคลีน (Clean)

เมื่อใดก็ตามที่จะใช้การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะเฉพาะ ได้แก่ การกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง ท่าฝึกที่นำมาใช้นั้นจะต้องเลียนแบบมุมของข้อต่อ และท่าทางของการเคลื่อนที่นั้น ๆ ด้วย อย่างไรก็ตามการใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัว เป็นท่าฝึกหลักในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาตลอดโปรแกรมการฝึกนั้น อาจจะได้ผลดีน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เนื่องมาจากความซ้ำซากจำเจในหลาย ๆ สัปดาห์หรือหลาย ๆ เดือน จากนั้นอาจเป็นผลให้เกิดภาวะซ้อมเกิน (Overtraining) ได้

อัมเบอร์เกอร์ (Umberger, 1998) ได้สรุปกายวิภาคของขาที่แสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงสองประการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการทำงานโดยใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. กล้ามเนื้อของขาหลายมัดที่ทอดข้ามข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อ ซึ่งมีกล้ามเนื้อที่สำคัญ ได้แก่ เรคตัส ฟีมอรีส (Rectus femoris) แกสตรอคนีเมียส (Gastrocnemius) แฮมสตริงส์ (Hamstrings) ซึ่งประกอบไปด้วย เซมิเมมเบรโนซัส (Semimembranosus) เซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus) และไบเซพส์ ฟีมอรีส (Biceps femoris)

2. น้ำหนักส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ใกล้กับลำตัว ซึ่งก็คือ สะโพก น้ำหนักส่วนน้อยของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัว ซึ่งก็คือ เข่ากับข้อเท้า ดังนั้นในการทำงานของขา จึงมีการถ่ายโยงพลังจากกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณสะโพกไปยังกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณเข่า และข้อเท้า เพื่อเป็นการชดเชยลักษณะทางกายวิภาคที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามธรรมชาติให้กล้ามเนื้อบริเวณข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวนั้นมีน้ำหนักน้อย

ในการกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น กล้ามเนื้อขามัดต่าง ๆ จะทำงานต่อเนื่องกันเริ่มจากกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้าตามลำดับจนกว่าเท้าจะพ้นพื้น ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวลดลง โดยที่ก่อนการกระโดดนั้น จะมีการเตรียมตัวด้วยการย่อตัวลงอย่างรวดเร็ว

กล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส ทอดข้ามข้อสะโพกและเข่าทางด้านหน้า มีหน้าที่งอสะโพก และเหยียดเข่า

กล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ ทอดข้ามข้อสะโพกและเข่าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดสะโพก และงอเข่า

กล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส ทอดข้ามเข่าและข้อเท้าทางด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้า

ในขณะที่เริ่มต้นออกแรงเพื่อที่จะกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งนั้น กล้าเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส จะออกแรงเพื่อเหยียดเข่า แต่เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อ จึงมีการออกแรงเพื่องอสะโพกในเวลาเดียวกัน ส่วนกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ จะออกแรงเพื่อเหยียดสะโพก ก็จะมีการออกแรงเพื่องอเข่าในเวลาเดียวกัน การทำงานเช่นนี้เป็นไปในลักษณะที่ปลายข้างหนึ่งของกล้ามเนื้อมีความยาวเพิ่มขึ้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีความยาวลดลง ดังนั้นกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอรีส และกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ จะทำงานด้วยความเร็วต่ำ จึงเกิดแรงมาก และสามารถถ่ายโยงไปยังเข่าได้ ส่วนกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อเช่นเดียวกัน ก็จะมีการถ่ายโยงแรงไปยังข้อเท้าด้วย จากการวิเคราะห์ตามหลักชีวกลศาสตร์ พบว่า ในปริมาณพลังกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดเข่านั้น ได้รับการถ่ายโยงมาจากข้อสะโพก โดยผ่านกล้ามเนื้อเรคตัส ฟีมอริส เป็นปริมาณ 21 % และในปริมาณพลังกล้ามเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเหยียดข้อเท้านั้น ได้รับการถ่ายโยงมาจากเข่าโดยผ่านกล้ามเนื้อแกสตรอคนีเมียส เป็นปริมาณ 25 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานวิจัยในประเทศ

พรหมเมศ จักษุรักษ์ (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักและพลัยโอเมตริก ที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการเสริมการฝึกด้วยน้ำหนัก และการเสริมการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลระดับเยาวชนทีมชาติ และระดับโรงเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนเตรียมทหาร ปีการศึกษา 2534 มีอายุระหว่าง 16 – 19 ปี จำนวน 40 คน ทดสอบความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ แล้วแบ่งนักกีฬาออกเป็นกลุ่ม ที่มีความสามารถเท่ากัน 4 กลุ่มๆ ละ 10 คน กลุ่มที่1 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก 30 นาที แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี กลุ่มที่ 2 ฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก 30 นาที แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี กลุ่มที่ 3 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก 30 นาที (โดยฝึกพลัยโอเมตริกก่อน) ทั้งนี้จะลดจำนวนชุดของการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักและการฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก ให้จำนวนครั้งของท่าฝึกในการฝึกเสริมทั้งหมดในแต่ละแบบเท่ากับครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม แล้วฝึกแบบปกติอีก 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี กลุ่มที่ 4 ฝึกแบบปกติ 1 ชั่วโมง ในวันจันทร์ วันพุธ และวันพฤหัสบดี ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก พบว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อขา และพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก พบว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนซ้ายและแขนขวา ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อขา และพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. หลังการฝึกแบบปกติ พบว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนซ้าย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา พลังกล้ามเนื้อขา และพลังกล้ามเนื้อแขนและไหล่ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5. หลังการฝึกเสริมด้วยน้ำหนัก การฝึกเสริมด้วยพลัยโอเมตริก การฝึกเสริมด้วยน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก และการฝึกแบบปกติ พบว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ขันติ พุทธพงศ์ (2536) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขาของนักกีฬาเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขาของนักกีฬา จากการฝึกแบบปกติกับการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริก กลุ่มตัวอย่างประชากร เป็นนักกีฬาโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีอายุระหว่าง 14 – 17 ปี จำนวน 30 คน ทดสอบความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองแล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถที่เท่ากันเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน กลุ่มที่ 1 ฝึกแบบปกติ เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกแบบปกติและฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน กลุ่มที่ 3 ฝึกแบบปกติและฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน ทำการทดสอบหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 นำผลมาวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคู่แบบ ตูกี เอ tukey (a) และทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า

1. ก่อนและหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1 ซึ่งฝึกแบบปกติ กลุ่มที่ 2 ซึ่งฝึกแบบปกติกับฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน และกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกแบบปกติกับฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน ช่วยพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. การฝึกของกลุ่มที่ 2 ช่วยพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกแบบปกติ การฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 2 วัน และการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ แล้วพบว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและพลังกล้ามเนื้อขา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สมภพ สาครดี (2540) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬายกน้ำหนักในท่าสแนทช์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬายกน้ำหนัก ในท่าสแนทช์ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬายกน้ำหนัก จังหวัดกาญจนบุรีทั้งชายและหญิง มีอายุระหว่าง 17-23 ปี จำนวน 20 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ถนัด การเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัด การงอเข่าข้างที่ถนัด การงอเข่าข้างที่ไม่ถนัดและความสามารถในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ แล้วนำค่าพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ถนัด มาแบ่งนักกีฬาออกเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ10 คน กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเพียง

อย่างเดียว 90 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง ฝึกพลัยโอเมตริก 30 นาที แล้วฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักอีก 90 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ใช้เวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ในการฝึกพลัยโอเมตริก จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมตลอดระยะเวลาของการฝึก ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเพียงอย่างเดียว และการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนัก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ถนัด ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเพียงอย่างเดียว เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัด งอเข้าข้างที่ถนัด งอเข่าข้างที่ไม่ถนัด และความสามารถในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการเหยียดเข่าข้างที่ไม่ถนัด และความสามารถในการยกน้ำหนักท่าสแนทช์ ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หลังการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกตามโปรแกรมยกน้ำหนักเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการงอเข่าข้างที่ถนัด และงอเข่าข้างที่ไม่ถนัด ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ถาวร กมุทศรี (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักต่างกันที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักต่างกันที่ระดับ 60 % 70 % และ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขา และความเร็วในการวิ่งระยะทาง 30 เมตร กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาชายระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา วิทยาลัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2540 อายุระหว่าง 18 - 20 ปี โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำนวน 40 คน ทดสอบพลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ถนัด พลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ไม่ถนัด และความเร็วในการวิ่งระยะทาง 30 เมตร แล้วนำค่าพลังกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ถนัด มาแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มที่ 1 ควบคุม (ร่วมกิจกรรมกีฬาตามปกติ) กลุ่มที่ 2 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 40 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ กลุ่มที่ 3 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 40 นาที ในวัน

จันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ กลุ่มที่ 4 ฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 40 นาที ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ใช้เวลาในการฝึก 9 สัปดาห์ ทั้งนี้ในการยกน้ำหนักจะต้องปฏิบัติอย่างรวดเร็วตามสัญญาณของเครื่องให้จังหวะ โดยมีการควบคุมความหนักด้วยการหาค่าหนึ่งอาร์เอ็มทุก 3 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม และการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขา ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 60 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม การฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม และการฝึกยกน้ำหนักที่ระดับ 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขา ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ (2544) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักและการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาประเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน โดยใช้วิธีการจัดกระทำแบบสุ่มและทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 18 คน มีกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกควบคูฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของตูกี เอ tukey (a) หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขามากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3. การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิกของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัวมากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศ

วิลคอกซ์ (Wilcox, 1972) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบวิธีการฝึกยกน้ำหนักที่มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงของขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายระดับมหาวิทยาลัยที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกยกน้ำหนัก ก่อนการฝึกทุกคนผ่านการทดสอบความแข็งแรงของขาทั้งหมด การกระโดดขีดฝาผนัง (Vertical jump) การงองุ้มฝ่าเท้า (Plantar flexion) การเหยียดของขา การเหยียดของสะโพก การงอของสะโพก แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ฝึกติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ๆละ 2 วัน โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกเวลา 13.00-15.00 น. โดยใช้ เลค เพรส แมชชีน (Leg press machine) กลุ่มที่ 2 ฝึกเวลา 10.00-12.00 น. โดยใช้ เบนช์ สควอท (Bench squats) ทั้งสองกลุ่มฝึกยกน้ำหนัก รวม 5 ท่า ฝึกวันละ 3 ชุดๆละไม่เกิน 10 ครั้ง หลังจากฝึกครบ 8 สัปดาห์ ทดสอบเหมือนกับก่อนการฝึก

ผลการวิจัยพบว่า

1. วิธีฝึกโดยใช้ เลค เพรส แมชชีน (Leg press machine) มีการพัฒนาความแข็งแรงของขาและการกระโดดขีดฝาผนังอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. การฝึกทั้งสองแบบมีผลระยะเวลาอันสั้นต่อการงองุ้มของฝ่าเท้า การเหยียดของเข่า การงอสะโพกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ความแข็งแรงของขาทั้งหมดมีความสัมพันธ์ต่ำ กับความสามารถในการกระโดดขีดฝาผนังอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

กฤษณ์เพ็ชร (Kritpet, 1988) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวและพลัยโอเมตริกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาชาย 15 คนและหญิง 2 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการฝึกด้วยน้ำหนักขั้นสูงในภาคฤดูหนาว นักศึกษา 9 คน ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และอีก 8 คน ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริกท่าเด็พธ์จัมพ์ และบ๊อกจัมพ์ ดังนี้

กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว

สัปดาห์ที่ 1-2 70% ของหนึ่งอาร์เอ็ม 8-10 ครั้ง 3 ชุด

สัปดาห์ที่ 3-4 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม 5 ครั้ง 3 ชุด

สัปดาห์ที่ 5-6 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม 3 ครั้ง 3 ชุด

กลุ่มที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก

สัปดาห์ที่ 1-2 แบกน้ำหนักย่อตัว 70 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 10 ครั้ง 2 ชุด

เด็พธ์จัมพ์ จากความสูง 0.71 เมตร 5 ครั้ง 2ชุด

บ๊อกจัมพ์ จากความสูง 0.71 เมตร 5 ครั้ง 2 ชุด

สัปดาห์ที่ 3-4 แบกน้ำหนักย่อตัว 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 10 ครั้ง 2 ชุด

เด็พธ์จัมพ์ จากความสูง 0.71 เมตร 5 ครั้ง 3 ชุด

บ๊อกจัมพ์ จากความสูง 0.71 เมตร 5 ครั้ง 3 ชุด

สัปดาห์ที่ 5-6 แบกน้ำหนักย่อตัว 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม 10 ครั้ง 2 ชุด

เด็พธ์จัมพ์ จากความสูง 0.71 เมตร 5 ครั้ง 3 ชุด

บ๊อกจัมพ์ จากความสูง 0.71 เมตร 5 ครั้ง 3 ชุด

ใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า

1. หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวและการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการฝึกทั้ง 2 โปรแกรม

2. หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งที่ทดสอบได้ก่อนและหลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวและการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาท่อนบนด้านหน้ามีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อดัมส์ และคณะ (Adams et. al., 1992) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 48 คน ทดสอบความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง แล้วแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เท่าๆกัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวอย่างเดียว กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว กลุ่มที่ 4 ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริก ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 4 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พลัยโอเมตริกพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งได้ดีที่สุด

ลอว์เบอร์ (Luaber, 1993) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการเลือกวิธีการฝึกแบบพลัยโอเมตริกในการวัดความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกโดยการยกน้ำหนัก และการฝึกโดยการยกน้ำหนักควบคู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหญิงจำนวน 39 คน ของมหาวิทยาลัยมิชิแกน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ฝึกยกน้ำหนักควบคู่กับพลัยโอเมตริก กลุ่มที่ 3 ฝึกยกน้ำหนักอย่างเดียว กลุ่มที่ 4 ฝึกพลัยโอเมตริกอย่างเดียว โดยมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการกระโดดในแนวดิ่งของแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ 2 จะมีผลที่ดีที่สุด และยังพบอีกว่าในแต่ละกลุ่มจะมีความสามารถในการกระโดดเพิ่มขึ้น

วิลสัน นิวตัน เมอร์ฟี และฮัมฟรีส์ (Wilson, Newton, Murphy and Humphries, 1993) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ภาระงานของการฝึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการฝึกทั้ง 3 แบบ ที่มีผลต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬาในลักษณะของการวิ่ง การกระโดด และการขี่จักรยาน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นผู้ที่อยู่ในระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนัก มีประสบการณ์มีประสบการณ์ในการฝึกมาแล้วไม่ต่ำกว่า 1 ปี และสามารถแบกน้ำหนักย่อตัวได้มากกว่าน้ำหนักตัว จำนวน 64 คน ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา ประกอบด้วย ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที (Countermovement Jump) ยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด (Static jump) แรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic leg extension) วิ่ง 30 เมตร (30-m sprint) พลังสูงสุดในการขี่จักรยาน 6 วินาที (6-s Cycle peak power) แรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว (Maximum isometric force) อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถไม่แตกต่างกัน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้โดยทั่วไป โดยใช้น้ำหนัก 6-10 อาร์เอ็ม ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1-2 จำนวน 3-4 ชุดสัปดาห์ที่ 3 จำนวน 4 ชุด สัปดาห์ที่ 4 จำนวน 5 ชุด สัปดาห์ที่ 5-10 จำนวน 6 ชุด

กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริก โดยใช้เด็พธ์จัมพ์ จำนวน 6-10 ครั้ง ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1-2 จำนวน 3 ชุด จากความสูง 0.20 เมตร สัปดาห์ที่ 3 จำนวน 4 ชุด จากความสูง 0.40 เมตร สัปดาห์ที่ 4 จำนวน 5 ชุด จากความสูง 0.60 เมตร สัปดาห์ที่ 5-10 จำนวน 6 ชุด จากความสูง 0.80 เมตร

กลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก โดยการกระโดดในท่าย่อตัว ใช้น้ำหนักประมาณ 30 % ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน จำนวน 6-10 ครั้ง ฝึกสัปดาห์ละ 2 วัน ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1-2 จำนวน 3 ชุด สัปดาห์ที่ 3 จำนวน 4 ชุด สัปดาห์ที่ 4 จำนวน 5 ชุด สัปดาห์ที่ 5-10 จำนวน 6 ชุด

กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม ให้ทำชีวิตประจำวันตามปกติ ตลอด 10 สัปดาห์ ทดสอบความสามารถในการเคลื่อนไหวทางกีฬา หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 5 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 10 ผลการวิจัย พบว่า

1. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงแล้วกระโดดขึ้นทันที ของกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้โดยทั่วไป กลุ่มที่ 2 ฝึกพลัยโอเมตริกและกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการยืนกระโดดสูงในลักษณะย่อตัวลงค้างไว้แล้วกระโดด ของกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้โดยทั่วไป และกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการออกแรงเหยียดขาแบบไอโซคิเนติก ของกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการวิ่ง 30 เมตร ของกลุ่มที่ 3 ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

5. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ และหลังการฝึก 10 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของพลังสูงสุดในการขี่จักรยาน 6 วินาที ของกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้โดยทั่วไปและกลุ่มที่ 3 ซึ่งฝึกแบบพลังสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. หลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ยของแรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าสควอทของกลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยน้ำหนักตามแบบที่ใช้โดยทั่วไป เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อนึ่ง แรงสูงสุดแบบไอโซเมตริกในท่าแบกน้ำหนักย่อตัว และอัตราการพัฒนาแรง ไม่สามารถทำการทดสอบหลังการฝึก 10 สัปดาห์ได้ เนื่องจากผู้รับการทดสอบเกิดอาการบาดเจ็บในขณะทดสอบหลังการฝึกเป็นเวลา 5 สัปดาห์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีดำเนินการทดลอง
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. รูปแบบของการวิจัย
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรี ที่กำลังศึกษาอยู่สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภาคต้น ปีการศึกษา 2548 อายุระหว่าง 18 -22 ปี เป็นกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัคร (Voluntary samples) จำนวน 40 คน ที่มีความแข็งแรงพื้นฐาน ในระดับที่สามารถออกแรงจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลค เพรส (Leg press) ได้ระหว่าง 1.5 - 2 เท่าของน้ำหนักตัว แล้วนำกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา เพื่อนำผลการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามาจัดลำดับที่ 1 - 40 แล้วนำคะแนนที่ได้มาแบ่งออกเป็นกลุ่ม 4 กลุ่มๆ ละ10 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกำหนด (Ramdomized assigment) ดังนี้

	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3	กลุ่มทดลองที่ 4
ลำดับที่	1	2	3	4
ลำดับที่	8	7	6	5
ลำดับที่	.	.	.	.
ลำดับที่	.	.	.	.
ลำดับที่	33	34	35	36
ลำดับที่	40	39	38	37

ผู้วิจัยนำกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม มาทำการสุ่มอย่างง่าย (Random sampling) โดยให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มจับฉลาก เพื่อกำหนดว่ากลุ่มใดจะเป็นกลุ่มทดลองที่ 1,2,3,4 ตามลำดับ ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2

กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3

กลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ คือ แรงต้านระดับที่ 3 แรงต้านระดับที่ 1 และแรงต้านระดับที่ 2 ตามลำดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 เครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อขา (Newtest power timer Sw-300) มีหน่วยเป็นวัตต์

1.2 เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลค เพรส (Leg press) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

2. โปรแกรมการฝึก

การพัฒนาโปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 โปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 โปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และโปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาโปรแกรมการฝึกจาก หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษานำร่อง โดยนำโปรแกรมการฝึกไปทดลองใช้กับนักกีฬารักบี้ฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 20 คน เพื่อศึกษาความเป็นได้ของโปรแกรมการฝึก

2.3 การกำหนดโปรแกรมการฝึก ดังนี้

2.3.1 สัปดาห์ที่ 1 – 4 มีการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

ตารางที่ 4 แสดงโปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 1 – 4

กลุ่ม	ความหนัก (%ของ 1 RM)	จำนวนครั้ง	จังหวะการฝึกแต่ละครั้ง	เวลาพัก (นาที)	จำนวนชุด	รวมเวลา (นาที)
กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1	ประมาณ 80 %	2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	6	30
กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2	ประมาณ 80 %	2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	6	30
กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3	ประมาณ 80 %	2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	6	30
กลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ คือ ฝึกแรงต้านระดับที่ 3 ฝึกแรงต้านระดับที่ 1 ฝึกแรงต้านระดับที่ 2	ประมาณ 80 %	2 2 2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	2 2 2	30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.2 สัปดาห์ที่ 5 – 8 มีการฝึกสัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

ตารางที่ 5 แสดงโปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 5 – 8

กลุ่ม	ความหนัก (%ของ 1 RM)	จำนวนครั้ง	จังหวะการฝึกแต่ละครั้ง	เวลาพัก (นาที)	จำนวนชุด	รวมเวลา (นาที)
กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1	ประมาณ 90 %	2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	6	30
กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2	ประมาณ 90 %	2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	6	30
กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3	ประมาณ 90 %	2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	6	30
กลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ คือ ฝึกแรงต้านระดับที่ 3 ฝึกแรงต้านระดับที่ 1 ฝึกแรงต้านระดับที่ 2	ประมาณ 90 %	2 2 2	เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้	ประมาณ 3- 4 นาที	2 2 2	30

2.4 นำโปรแกรมการฝึกมาปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 นำโปรแกรมการฝึกให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง

2.7 นำโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตคณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดลอง

2. ผู้วิจัยรับสมัครกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบความแข็งแรงพื้นฐานของกล้ามเนื้อขา เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน

3. ผู้วิจัยปฐมนิเทศชี้แจงรายละเอียด เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบวิธีการฝึกในระหว่างการทดลอง โดยอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย ระเบียบวิธีที่จำเป็นในการทดลอง และให้ผู้ทดลองปฏิบัติตนตามที่ได้กำหนดไว้

4. ผู้วิจัยนำกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา เพื่อแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ10 คน

5. ผู้วิจัยหาความหนักของงานที่เหมาะสมให้กับผู้ที่เข้ารับการทดลองโดยการหา 1 อาร์เอ็ม (1Rm) (ภาคผนวก ค)

6. ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ฝึกติดต่อกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ โดยฝึกคนละประมาณ 40 นาที คือ อบอุ่นร่างกาย (Warm up) โดยยืดกล้ามเนื้อขาแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในจังหวะสุดท้ายของการเคลื่อนไหว (Static stretching) นิ่งค้างไว้ ประมาณ 5 นาที ช่วงการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลค เพรส (Leg press) ประมาณ 30 นาที และช่วงผ่อนคลาย (Cool down) ยืดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ในลักษณะเหมือนการอบอุ่นร่างกาย ประมาณ 5 นาที สถานที่ทดลอง คือ ห้องเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. การทำการทดลองโปรแกรมการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้าน เริ่มตั้งแต่วันที่ 11 กรกฎาคม 2548 ถึง 2 กันยายน 2548 รวมทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ระหว่างเวลา 16.00 -19.00 น.

8. กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม จะได้รับการทดสอบ ดังนี้

8.1 ทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง (Pre-test) หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ (Mid-test) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ (Post-test) จากเครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อขา (Newtest power timer Sw-300)

8.2 ทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1RM) ก่อนการทดลอง (Pre-test) หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ (Mid-test) เพื่อกำหนดความหนักของงานในการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลค เพรส (Leg press)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เลือกผู้ช่วยวิจัยในการทดสอบอธิบายชี้แจงวิธีการปฏิบัติและรายละเอียดต่างๆ เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกันในการทดสอบ และให้มีความเที่ยงในการเก็บข้อมูล

2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเก็บรวบรวมผลการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

3. นำผลจากการทดสอบ ก่อนการทดลอง (Pre-test) หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ (Mid-test) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ (Post-test) มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อสรุปผลการวิจัยและเสนอแนะความคิดเห็นที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (True – experimental design) โดยออกแบบการจัดดำเนินการแบบมีกลุ่มทดลอง ไว้สำหรับการเปรียบเทียบ มีการทดสอบ 3 ครั้ง คือ

1. ทดสอบครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง ประกอบด้วย

1.1 ทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา จากเครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อขา (Newtest power timer Sw-300)

1.2 ทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1RM) เพื่อกำหนดความหนักของงานในการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลคเพรส (Leg press)

2. ทดสอบครั้งที่ 2 หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ประกอบด้วย

2.1 ทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา จากเครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อขา (Newtest power timer Sw-300)

2.2 ทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1RM) เพื่อกำหนดความหนักของงานในการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลคเพรส (Leg press)

3. ทดสอบครั้งที่ 3 หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ประกอบด้วย

3.1 ทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา จากเครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อขา (Newtest power timer Sw-300)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวมรวมได้มาทำการวิเคราะห์และคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS: Statistical package for the social sciences for windows version 11.5) เพื่อหาค่าสถิติตามลำดับดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากการทดสอบก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

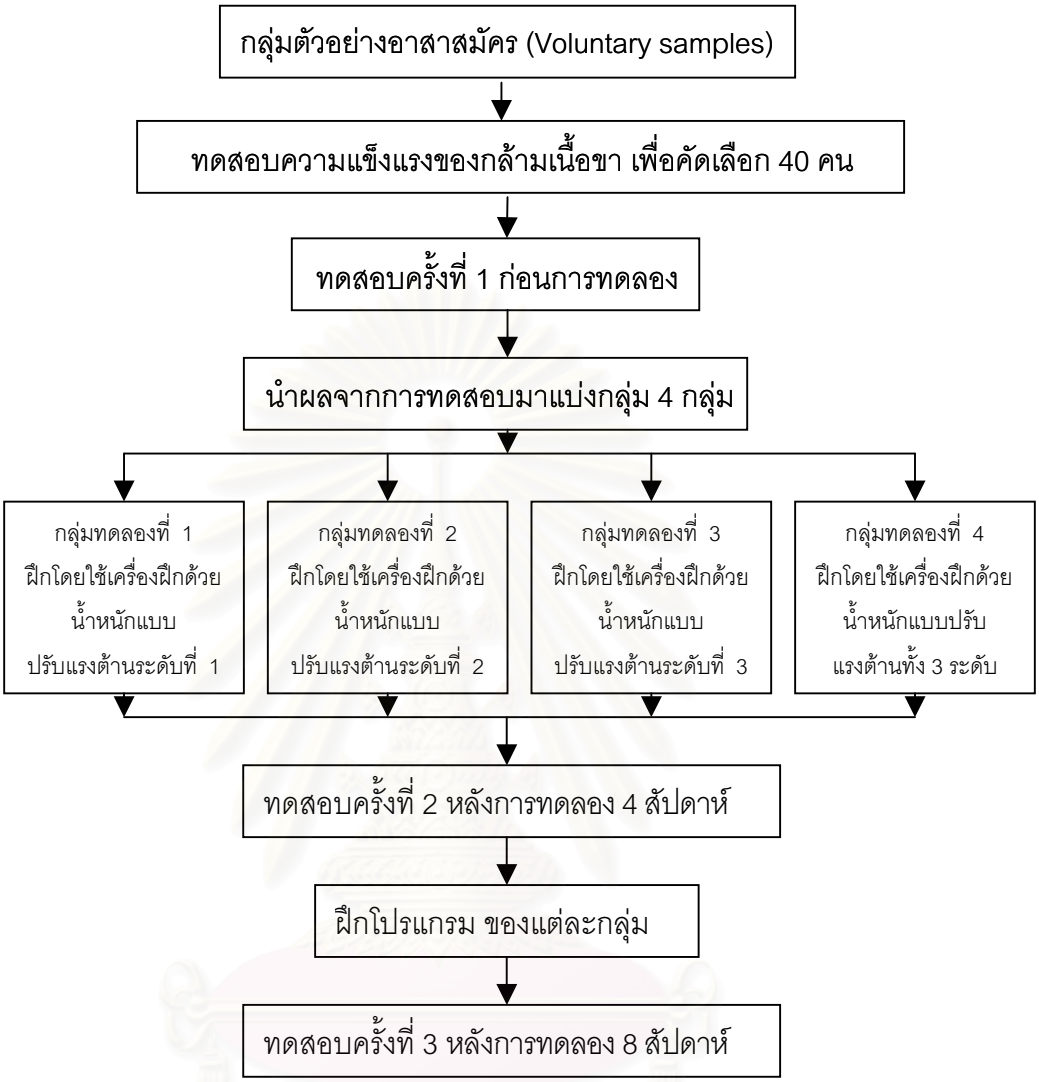
2. ทดสอบความแตกต่างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Repeated Measurement) ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของตูกี เอ (Tukey a)

3. ทดสอบความแตกต่างพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ภายในกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way Analysis of Variance with repeated measures) ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่

4. นำเสนอข้อมูลในรูปตาราง ประกอบความเรียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 1 แสดงขั้นตอนการทำวิจัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผลของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วจึงนำผลมาวิเคราะห์เสนอในรูปตารางประกอบ ความเรียง และแผนภูมิ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลทั่วไป ก่อนการทดลอง และพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) ของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลอง ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a)

ตอนที่ 4 กราฟแสดงพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

ตัวแปร	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 3		กลุ่มทดลองที่ 4	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
อายุ (ปี)	21.10	0.74	21.10	0.88	20.90	1.10	21.10	0.99
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	62.60	5.74	64.60	4.40	67.90	4.28	65.80	8.09
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	171.30	5.38	171.50	5.28	173.50	5.54	172.40	6.98

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลอง ค่าเฉลี่ยอายุของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 เท่ากับ 21.10 ปี กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 เท่ากับ 21.10 ปี กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เท่ากับ 20.90 ปี และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ เท่ากับ 21.10 ปี

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 เท่ากับ 62.60 ปี กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 เท่ากับ 64.60 ปี กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เท่ากับ 67.90 ปี และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ เท่ากับ 65.80 ปี

ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 เท่ากับ 171.30 ปี กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 เท่ากับ 171.50 ปี กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เท่ากับ 173.50 ปี และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ เท่ากับ 172.40 ปี

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีหน่วยเป็นวัตต์

ระยะเวลาของการฝึก	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 3		กลุ่มทดลองที่ 4	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
ก่อนการทดลอง	3194.20	389.78	3160.20	322.73	3163.10	304.81	3147.30	296.55
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	3362.60	317.45	3269.50	329.03	3489.00	275.12	3350.80	306.86
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	3433.60	321.30	3316.20	276.42	3784.10	209.96	3438.30	319.15

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 เท่ากับ 3194.20 วัตต์ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 เท่ากับ 3160.20 วัตต์ กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เท่ากับ 3163.10 วัตต์ และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ เท่ากับ 3147.30 วัตต์

ค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 เท่ากับ 3362.60 วัตต์ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 เท่ากับ 3269.50 วัตต์ กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เท่ากับ 3489.00 วัตต์ และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ เท่ากับ 3350.80 วัตต์

ค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 เท่ากับ 3433.60 วัตต์ กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 เท่ากับ 3316.20 วัตต์ กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เท่ากับ 3784.10 วัตต์ และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ เท่ากับ 3438.30 วัตต์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) ของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

ตัวแปร	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	11868.20	3	3956.07	.036	.991
ภายในกลุ่ม	3932406.20	36	109233.51		
รวม	3944274.40	39			

$p > .05$ ($F_{3, 36} = 2.84$)

จากตารางที่ 8 แสดงว่าค่าเอฟ (F) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวน้อยกว่าค่าเอฟ (F) จากตารางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

ตัวแปร	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	246682.48	3	82227.49	.868	.467
ภายในกลุ่ม	3410024.50	36	94722.90		
รวม	3656706.98	39			

$p > .05$ ($F_{3, 36} = 2.84$)

จากตารางที่ 9 แสดงว่าค่าเอฟ (F) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวน้อยกว่าค่าเอฟ (F) จากตารางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

ตัวแปร	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	1225178.90	3	408392.97	5.017*	.005*
ภายในกลุ่ม	2930283.00	36	81396.75		
รวม	4155461.90	39			

*$p < .05$ ($F_{3, 36} = 2.84$)

จากตารางที่ 10 แสดงว่าค่าเอฟ (F) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวมากกว่าค่าเอฟ (F) จากตารางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) ดังตารางที่ 11

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มโดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) มีหน่วยเป็นวัตต์

กลุ่ม	$\bar{x}$	กลุ่มทดลองที่1	กลุ่มทดลองที่2	กลุ่มทดลองที่3	กลุ่มทดลองที่4
		3433.60	3316.20	3784.10	3438.30
กลุ่มทดลองที่1	3433.60	-	117.40	350.50*	4.70
กลุ่มทดลองที่2	3316.20		-	467.90*	122.10
กลุ่มทดลองที่3	3784.10			-	345.80*
กลุ่มทดลองที่4	3438.30				-

*p < .05 (ค่าวิกฤต = 341.93)

จากตารางที่ 11 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวิธีการฝึก พบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a)

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	3085040.80	9	342782.31		
ภายในกลุ่ม	420756.67	20	21037.83		
ระหว่างการทดลอง	302373.07	2	151186.53	22.988*	.000*
ที่เหลือ	118383.60	18	6576.867		
รวม	3505797.47	29	120889.57		

*$p < .05$ ($F_{2, 18} = 3.55$)

จากตารางที่ 12 แสดงว่าค่าเอฟ (F) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำมากกว่าค่าเอฟ (F) จากตารางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) ดังตารางที่ 13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) มีหน่วยเป็นวัตต์

ระยะเวลาของการฝึก	$\bar{x}$	ก่อนการทดลอง 3194.20	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ 3362.60	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ 3433.60
ก่อนการทดลอง	3194.20	-	168.40*	239.40*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	3362.60		-	71.00
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	3433.60			-

*P< .05 (ค่าวิกฤต = 92.58)

จากตารางที่ 13 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาของการฝึก พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนระหว่างหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2551077.63	9	283453.07		
ภายในกลุ่ม	176597.33	20	8829.87		
ระหว่างการทดลอง	128211.27	2	64105.63	23.848*	.000*
ที่เหลือ	48386.07	18	2688.11		
รวม	2727674.97	29	94057.76		

*$p < .05$ ($F_{2, 18} = 3.55$)

จากตารางที่ 14 แสดงว่าค่าเอฟ (F) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำมากกว่าค่าเอฟ (F) จากตารางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) ดังตารางที่ 15

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) มีหน่วยเป็นวัตต์

ระยะเวลาของการฝึก	$\bar{x}$	ก่อนการทดลอง 3160.20	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ 3269.50	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ 3316.20
ก่อนการทดลอง	3160.20	-	109.30*	156.00*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	3269.50		-	46.70
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	3316.20			-

*P< .05 (ค่าวิกฤต = 59.19)

จากตารางที่ 15 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาของการฝึก พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนระหว่างหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 3 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	1647767.87	9	183085.32		
ภายในกลุ่ม	2196158.00	20	109807.90		
ระหว่างการทดลอง	1929786.07	2	964893.03	65.202*	.000*
ที่เหลือ	266371.93	18	14798.44		
รวม	3843925.87	29	132549.17		

*$p < .05$ ($F_{2, 18} = 3.55$)

จากตารางที่ 16 แสดงว่าค่าเอฟ (F) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำมากกว่าค่าเอฟ (F) จากตารางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) ดังตารางที่ 17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) มีหน่วยเป็นวัตต์

ระยะเวลาของการฝึก	$\bar{x}$	ก่อนการทดลอง 3163.10	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ 3489.00	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ 3784.10
ก่อนการทดลอง	3163.10	-	325.90*	621.00*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	3489.00		-	295.10*
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	3784.10			-

*P< .05 (ค่าวิกฤต = 138.87)

จากตารางที่ 17 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาของการฝึก พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าหลังการทดลอง 4 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2449596.13	9	272177.35		
ภายในกลุ่ม	551921.33	20	27596.07		
ระหว่างการทดลอง	445831.67	2	222915.83	37.822*	.000*
ที่เหลือ	106089.67	18	5893.87		
รวม	3001517.47	29	103500.60		

*$p < .05$ ($F_{2, 18} = 3.55$)

จากตารางที่ 18 แสดงว่าค่าเอฟ (F) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวแบบวัดซ้ำมากกว่าค่าเอฟ (F) จากตารางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) ดังตารางที่ 19

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเป็นรายคู่ของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ โดยใช้วิธีการของตูกี เอ (Tukey a) มีหน่วยเป็นวัตต์

ระยะเวลาของการฝึก	$\bar{x}$	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์
		3147.30	3350.80	3438.40
ก่อนการทดลอง	3147.30	-	203.50*	291.10*
หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	3350.80		-	87.60
หลังการทดลอง 8 สัปดาห์	3438.40			-

*P< .05 (ค่าวิกฤต = 87.64)

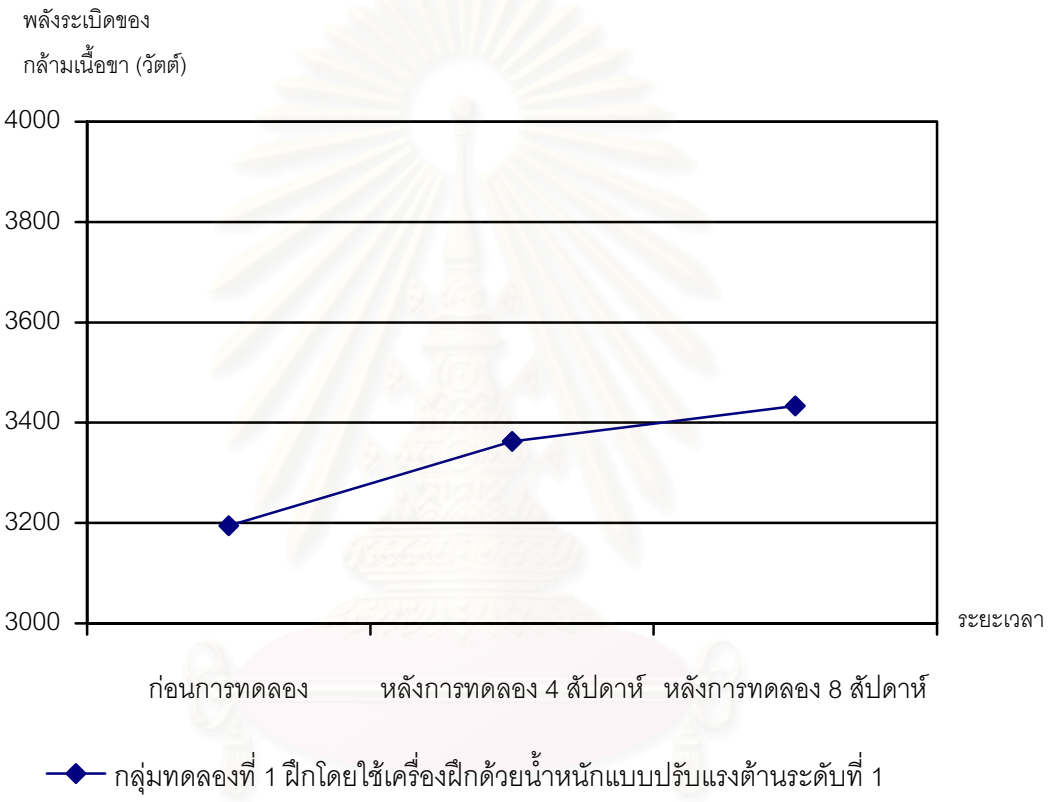
จากตารางที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระยะเวลาของการฝึก พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนระหว่างหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

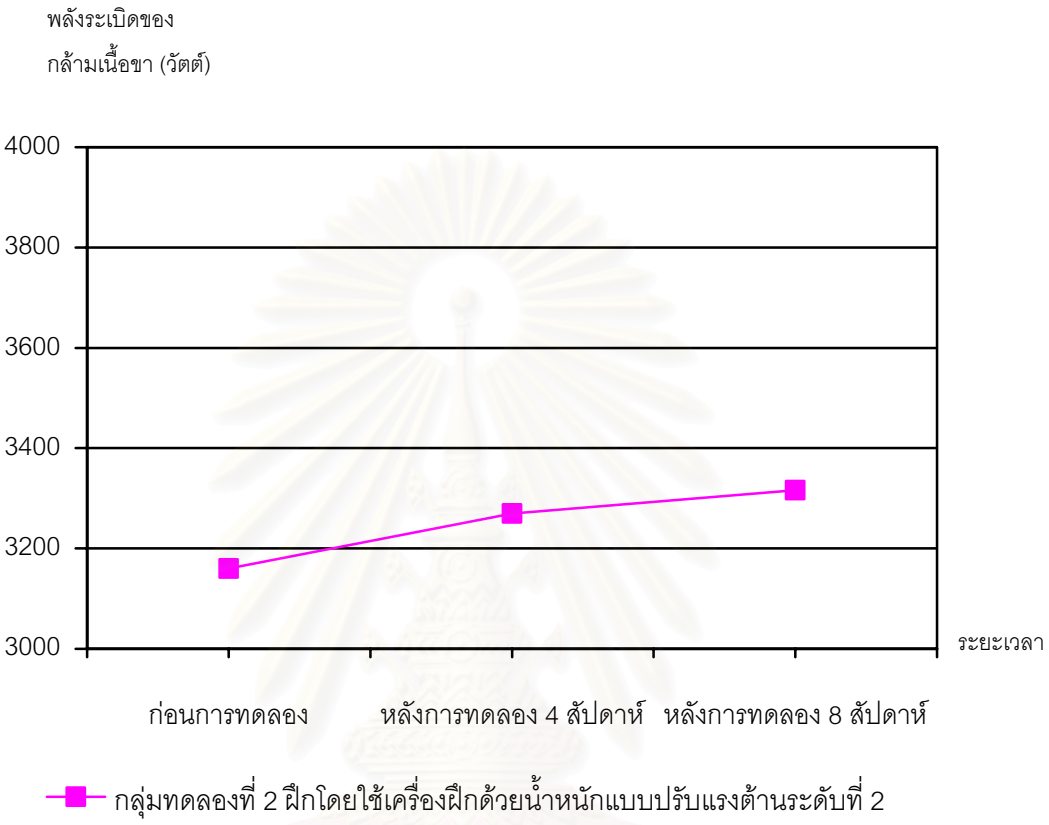
ตอนที่ 4 กราฟแสดงพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์



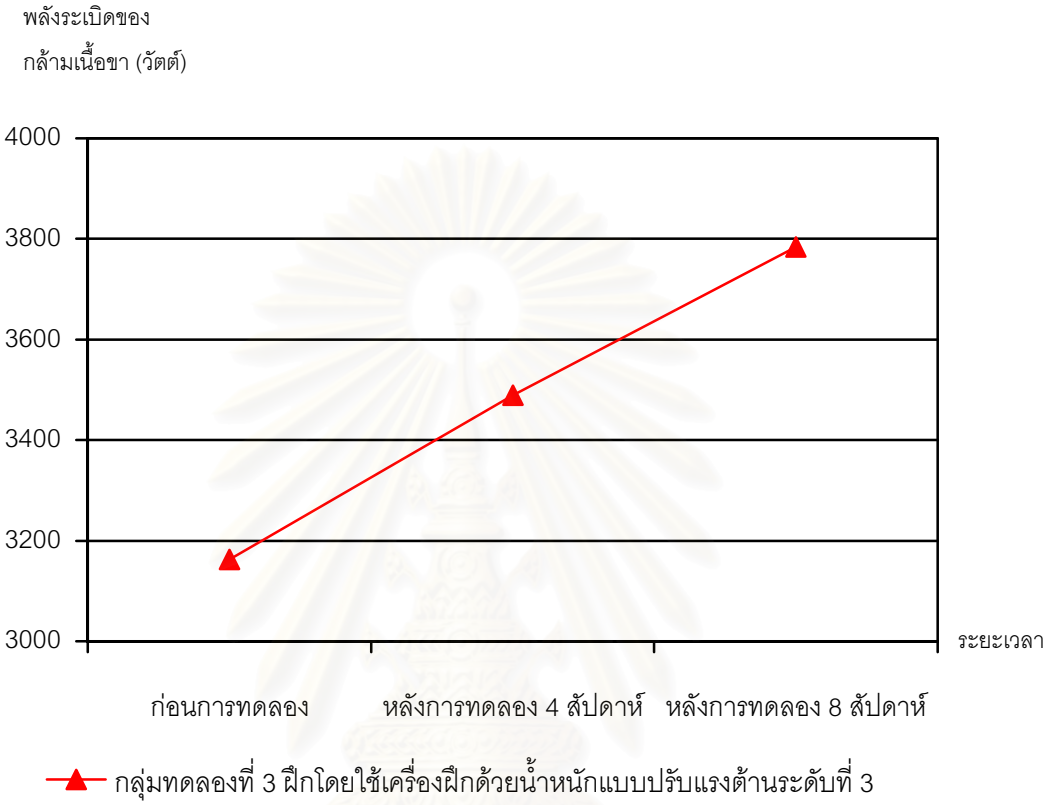
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์



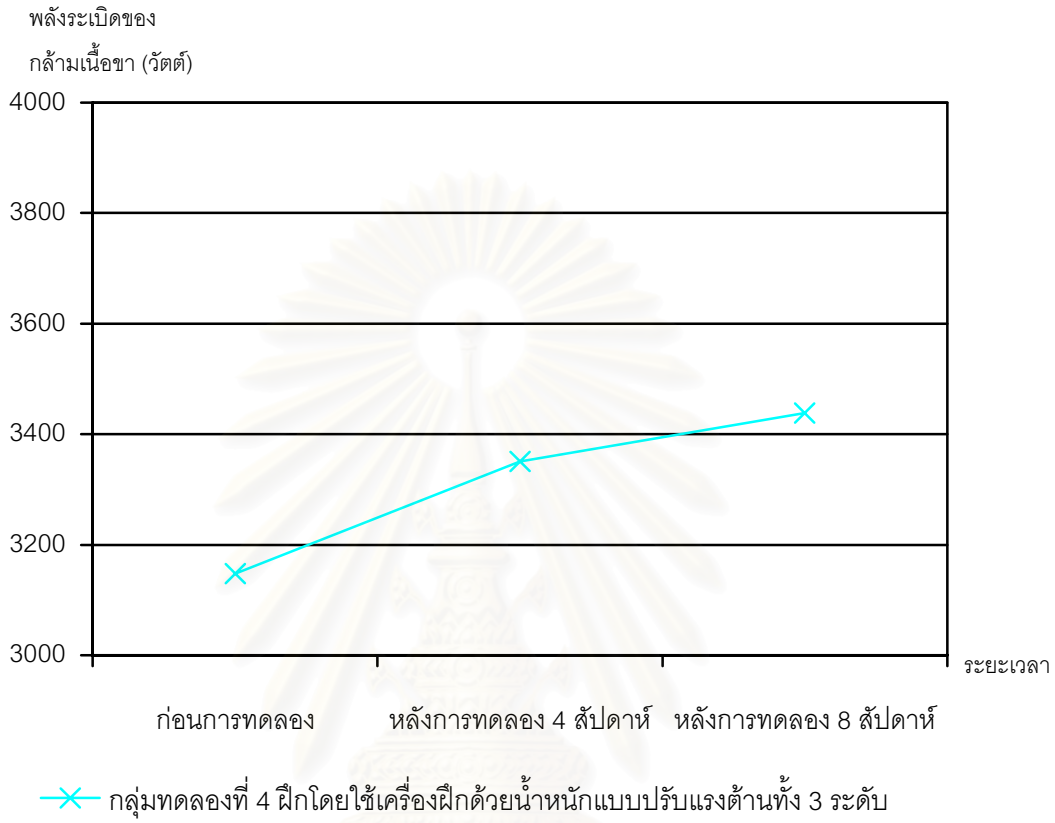
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์



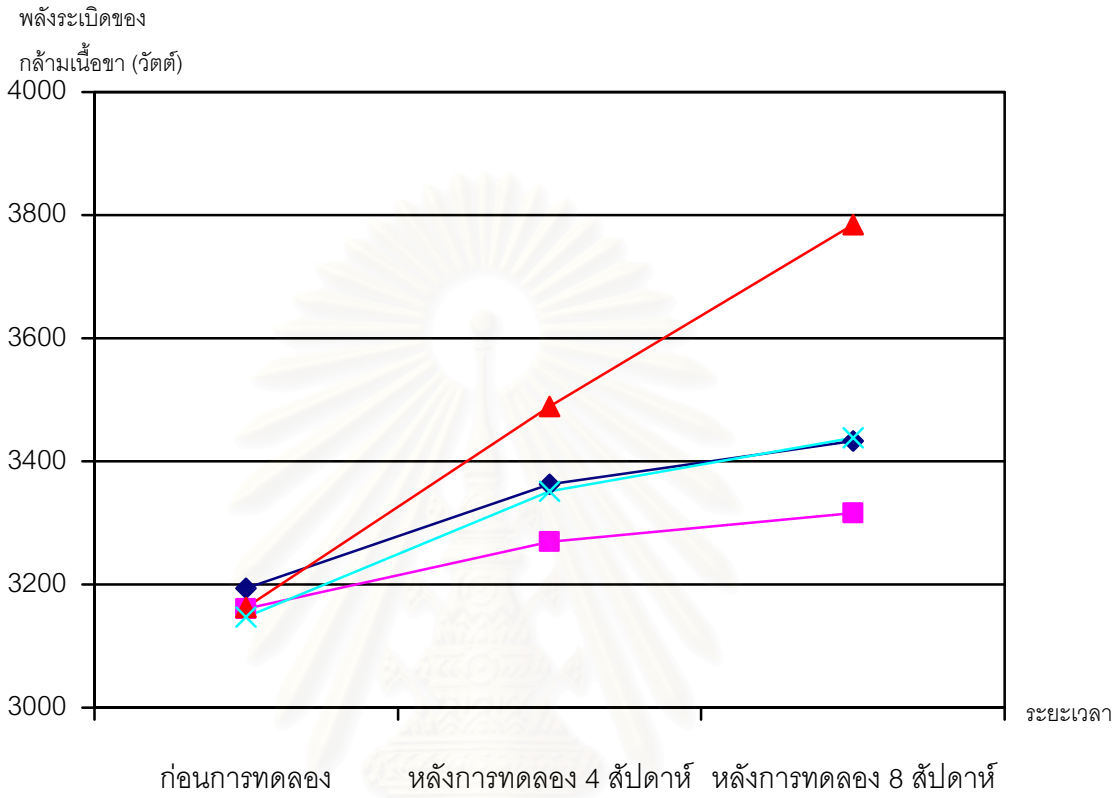
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

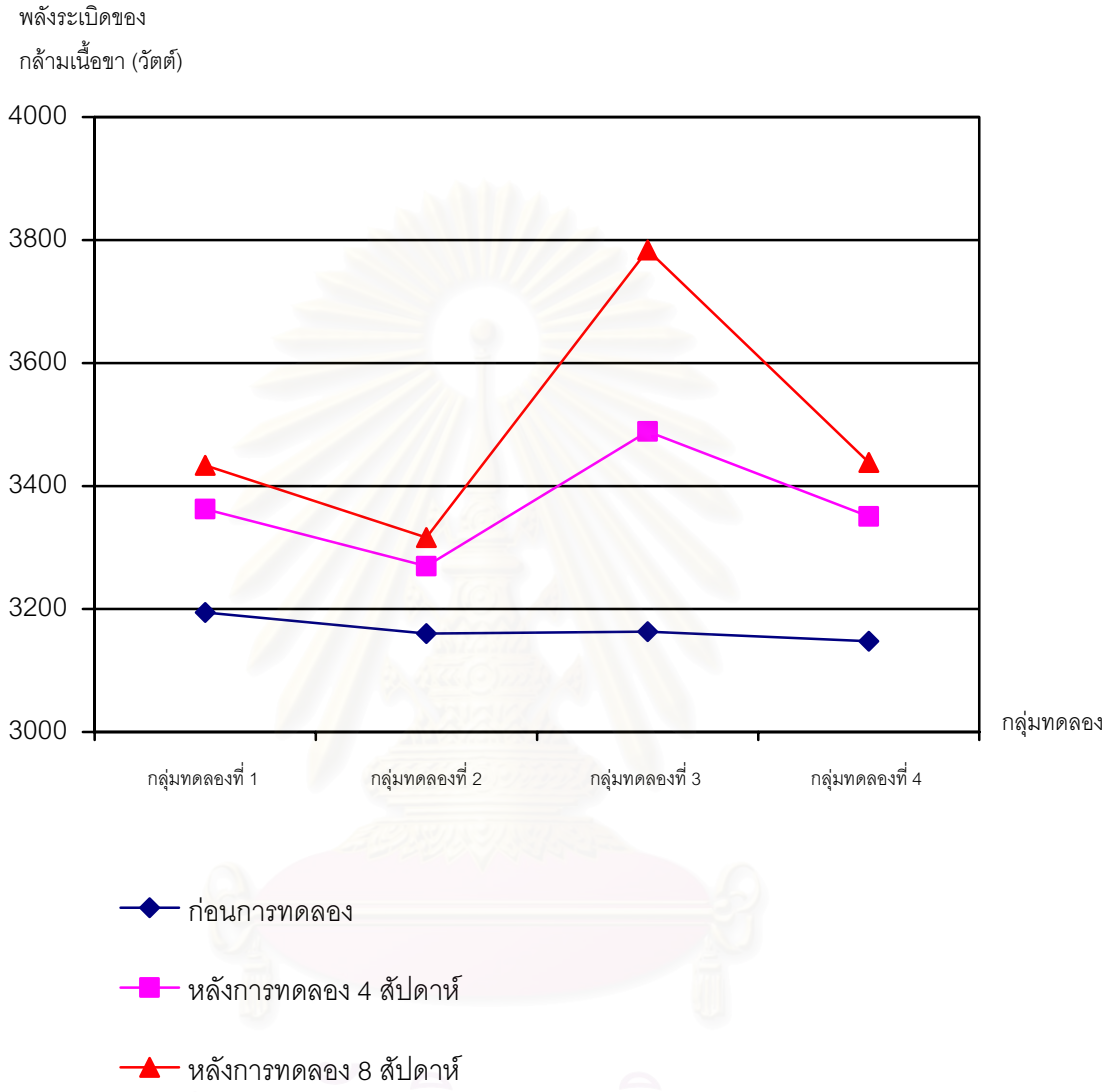


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์



แผนภูมิที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาระหว่างก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนิสิตชายระดับปริญญาตรี ที่ศึกษาอยู่สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา อายุระหว่าง 18-22 ปี เป็นกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัคร (Voluntary samples) จำนวน 40 คน ที่มีความแข็งแรงพื้นฐาน ในระดับที่สามารถออกแรงจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลคเพรส (Leg press) ได้ระหว่าง 1.5 - 2 เท่าของน้ำหนักตัว แล้วนำกลุ่มตัวอย่างมาทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา เพื่อนำผลการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามาจัดลำดับที่ 1-40 แล้วนำคะแนนที่ได้มาแบ่งออกเป็นกลุ่ม4 กลุ่มๆละ 10 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกำหนด (Ramdomized assigment) เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาอยู่ในระดับเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับการฝึกตามโปรแกรมการฝึกระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน คือวันจันทร์,พุธ,ศุกร์ ในเวลาใกล้เคียงกัน โดยจะได้รับการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา 3 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ถ้าพบว่ามีความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีการของตูกี เอ (Tukey a)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 ส่วนหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนระหว่างหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนระหว่างหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ ของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนระหว่างหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าหลังการทดลอง 4 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาแบบวัดซ้ำ ของกลุ่มทดลองที่ 4 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่า หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนระหว่างหลังการทดลอง 4 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ค่าเฉลี่ยพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงตามสมมุติฐานที่กล่าวว่า การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นทุกกลุ่ม แสดงให้เห็นว่า การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในลักษณะแรงระเบิด โดยการออกแรงอย่างรวดเร็วและไม่มีการผ่อนแรงลดอัตราความเร็วลงในระยะที่จะสุดช่วงของการเคลื่อนที่ เป็นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ซึ่งการฝึกในลักษณะแรงระเบิดนี้ เป็นการออกแรงมากและเพิ่มอัตราความเร็วตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ ซึ่งตรงกับลักษณะของกีฬาส่วนใหญ่ จากการศึกษาของแฮคคิเนน โคมิและอเลน (Hakkinen, Komi and Alen, 1985) ที่พบว่าในลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิดนั้น ทำให้สามารถเพิ่มอัตราการพัฒนาแรงและพลังกล้ามเนื้อได้ดี นอกจากนั้นการนำน้ำหนักมาช่วยเสริมในการฝึก มีผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด ซึ่งการใช้ความหนักระดับสูง ประมาณ 80-90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จะเป็นการรับประกันได้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้องเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน (Berger, 1992) จึงทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) มีความสัมพันธ์สูงกับพลังกล้ามเนื้อ (Rutherford et

al., 1986) สรุปได้ว่าการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 4 วิธีต่างก็เป็นวิธีฝึกเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา จึงสามารถนำวิธีการฝึกทั้ง 4 วิธีไปใช้ในโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา เพื่อให้เกิดความหลากหลายในโปรแกรมการฝึกตลอดปี (Pearson, 2000) และมีความเฉพาะเจาะจงที่เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานในร่างกายและกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ซึ่งสโตน และบอร์เดน (Stone and Borden, 1997) ได้สรุป แนวคิดเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจง เป็นสิ่งที่สำคัญอันดับแรกในการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการฝึกโดยใช้แรงต้าน ซึ่งความเฉพาะเจาะจงนี้เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานของร่างกาย และกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในส่วนของกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายนั้น คำนึงถึงความคล้ายคลึงกันระหว่างกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกายของกิจกรรมการฝึกกับกลไกการเคลื่อนที่ของร่างกาย ในขณะที่แสดงความสามารถออกมาในขณะแข่งขัน ซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบของการเคลื่อนที่แรงสูงสุด (Peak force) อัตราการพัฒนาแรง การเร่งความเร็ว และอัตราเร็ว นอกจากนี้ นิวตัน และเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ได้กล่าวว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อเกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงเต็มที่อย่างรวดเร็วหนึ่งครั้ง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ต้องการความเร็วสูง ในขณะที่ปล่อยอุปกรณ์กีฬาออกไปหรือต้องการความเร็วสูงที่จุดกระทบ นอกจากนั้นยังมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเร่งความเร็วในระหว่างการแข่งขันกีฬาชนิดต่างๆ ด้วย ในขณะที่นักกีฬาที่พยายามจะออกแรงเพื่อทำให้เกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อให้มากที่สุดนั้น นักกีฬาจะต้องพยายามใช้เวลาในการออกแรงและเร่งความเร็วส่วนต่างๆของร่างกายโดยใช้เวลาน้อยลง ทั้งนี้เกิดจากมีการพัฒนากลไกการทำงานของกล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ คือ

1. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่งเรียกว่าอัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น

ซึ่งคุณสมบัติอันสำคัญทั้งสองประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหายุทธวิธีของการฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength)
2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราการพัฒนาแรง (Rate of force development)
4. วงจรเหยียดตัวออก-หดตัวสั้นลง (Stretch – shortening cycle)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination & skill)

องค์ประกอบทั้งห้าประการนี้ต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้น การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ เป็นอีกยุทธวิธีหนึ่งในการฝึกที่จะนำมาพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา โดยที่ใช้การผสมผสานกับวิธีการฝึกแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน

ส่วนภายหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 4 สัปดาห์ของทุกกลุ่มพบว่า ภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์ การฝึกทั้ง 4 กลุ่มนั้น มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์, (2544) ได้ศึกษาพัฒนาการของระยะเวลาของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะเป็นแรงระเบิด ได้ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 6 สัปดาห์และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาสามารถพัฒนาได้ภายใน 6 สัปดาห์ สอดคล้องกับวิลสัน นิวตัน เมอร์ฟี และฮัมฟรีส์ (Wilson, Newton, Murphy and Humphries, 1993) ที่ได้ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 5 สัปดาห์และหลังการทดลอง 10 สัปดาห์ พบว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาสามารถพัฒนาได้ภายใน 5 สัปดาห์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาสามารถพัฒนาได้ภายใน 4 สัปดาห์

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของวิธีการฝึก ภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเยซิส (Yessis, 1994) ได้กล่าวว่า ในกีฬาชนิดที่ต้องใช้พลังกล้ามเนื้อนั้น ที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวเป็นแรงระเบิด ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวสามส่วนด้วยกัน คือ ความเฉื่อย (Inertia) โมเมนตัม (Momentum) และความเร่ง (Acceleration) โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวใน

ลักษณะเป็นแรงระเบิด จะเริ่มต้นออกแรงเอาชนะความเฉื่อยก่อน และการออกแรงนั้นจะไม่คงที่ เพื่อให้เกิดโมเมนตัมและความเร่งตามมา ซึ่งเป็นการทำงานในระดับสูงของระบบประสาทที่จะต้องปล่อยกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อที่ออกแรงนั้น ในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งการออกแรงเพื่อเอาชนะความเฉื่อยนั้นจะต้องออกแรงมากในช่วงต้นของการเคลื่อนไหว จึงจะเกิดโมเมนตัมและความเร่งตามมา การออกแรงมากในช่วงต้นเป็นการออกแรงที่ลำบากที่สุด โดยการใช้ความหนักระดับสูง ประมาณ 80-90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม มาใช้ในการฝึกเป็นการรับประกันได้ว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้องเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน (Berger, 1992) จึงทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากความแข็งแรงสูงสุด (Maximum strength) มีความสัมพันธ์สูงกับพลังกล้ามเนื้อ (Rutherford et al., 1986) จึงกล่าวได้ว่าเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เป็นวิธีที่ดีที่สุด สอดคล้องกับบอมพา (Bompa, 1993) ที่ได้เสนอแนะวิธีการฝึกพลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโทนิก (Isotonic method) โดยการพยายามที่จะทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ให้เร็วที่สุดและแรงที่สุดเท่าที่จะทำได้ตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ น้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นแรงต้านภายนอก (External resistance) ส่วนแรงที่จะเอาชนะความเฉื่อยของน้ำหนักที่ใช้นั้นเป็นความแข็งแรงภายใน (Internal strength) ซึ่งจะต้องมากกว่าแรงต้านทานภายนอก ถ้าความแข็งแรงภายในเพิ่มขึ้นก็จะสามารถทำให้น้ำหนักเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเพิ่มขึ้นด้วย ช่วงของการเคลื่อนที่ที่ลำบากที่สุด ก็คือ ช่วงเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ โดยจะต้องออกแรงให้เร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ ก็จะเกิดโมเมนตัมและความเร่งตามมา ซึ่งการใช้ความหนัก 80-90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นความหนักที่อยู่ในช่วงที่ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากที่สุด ดังนั้นความแข็งแรงสูงสุดจึงมีความสำคัญต่อการฝึกพลังกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะทำให้เกิดการเริ่มต้นเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นแรงระเบิดเพิ่มขึ้น และที่สำคัญไปกว่านั้นก็คือจะต้องมีความสามารถที่จะใช้ความแข็งแรงสูงสุดนั้นด้วยความเร็วสูงของการเคลื่อนไหว

สรุปได้ว่าการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ซึ่งได้ถูกออกแบบตามหลักโค้งความแข็งแรงแบบโค้งลง (Descending) คือ แรงมากที่สุดค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ จนถึงแรงที่น้อยที่สุด ส่งผลให้กล้ามเนื้อจะออกแรงมากในช่วงต้นของการเคลื่อนไหว นำมาพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาได้ดีกว่าเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 ที่ได้ถูกออกแบบตามหลักโค้งความแข็งแรงรูประฆังคว่ำหรือโค้งพาราโปร่า (Bell shaped or Parabolic) คือ แรงน้อยที่สุดค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแรงมากที่สุด แล้วแรงมากที่สุดจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงแรงที่น้อยที่สุด ส่งผลให้กล้ามเนื้อออกแรงมากในช่วงกลางของการเคลื่อนไหว และเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 ได้ถูกออกแบบตามหลักโค้งความแข็งแรงแบบโค้งขึ้น (Ascending) คือ แรงน้อยที่สุดค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแรงมากที่สุด ส่งผลให้กล้ามเนื้อออกแรงมากในช่วงปลายของการเคลื่อนไหว ส่วนการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับเป็นการรวมวิธีการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 แรงต้านระดับที่ 2

และแรงต้านระดับที่ 3 เข้าด้วยกัน ถึงแม้ว่าจะได้รับการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ด้วย แต่ไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการพัฒนาได้ดีเท่ากับการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 เนื่องจากจำนวนครั้งของการฝึกที่น้อยกว่านั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

1. การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลค เพรส (Leg press) มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาได้ดีกว่าการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬาที่ต้องการ ความท้าทาย ความไม่จำเจ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของรูปแบบการฝึกซ้อมเพื่อพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ซึ่งใช้ระยะเวลาของการฝึกเพียง 4 สัปดาห์ก็เห็นผล นอกจากนั้นยังประหยัดเวลาในการฝึกในแต่ละครั้งจึงสามารถนำไปใช้ฝึกกับนักกีฬาที่มีจำนวนมากได้เป็นอย่างดี

2. การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 จะมีผลต่อพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามาก แต่เป็นการฝึกที่มีการเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ โดยเฉพาะที่บริเวณหัวเข่า จำเป็นต้องมีความแข็งพื้นฐานเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นยังจำเป็นต้องมีทักษะในท่าฝึกที่ถูกต้องด้วย จึงไม่เหมาะสำหรับนักกีฬาที่เพิ่งเริ่มเล่น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการเปรียบเทียบผลการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาระหว่างเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านกับอุปกรณ์อิสระ เช่น ดัมเบลล์ (Dumbbells) บาร์เบลล์ (Barbells)

2. ควรมีการวิจัยถึงผลการฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าอื่นๆ

3 ควรมีการวิจัยถึงผลการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านมีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนอื่นๆของร่างกาย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ขันติ พุทธพงศ์. 2536. ผลของการฝึกเสริมแบบพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจริญ กระบวนรัตน์. 2544. การฝึกกล้ามเนื้อด้วยการยกน้ำหนัก. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. 2544. การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และ กันยา ปาละวิวัธน์. 2536. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย.พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ธรรกมลการพิมพ์.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. 2534. การฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ. วารสารผู้ฝึกสอนว่ายน้ำ.1 (พฤษภาคม): 39-63.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และเฉลิม ชัยวัชราภรณ์. 2540. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย 2. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถาวร กมุทศรี. 2536. ผลของการฝึกยกน้ำหนักในระดับความหนักต่างกันที่มีต่อกำลังกล้ามเนื้อขา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชุดา คงสุทธิ์. 2545. ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยเมดิซีนบอลและหนังยางที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อส่วนบนและความเร็วในการว่ายน้ำของนักว่ายน้ำ.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิบูลย์ ชลานันต์. 2540. การพัฒนาแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับคนไทยวัยผู้ใหญ่ตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรหมเมศ จักษุรักษ์. 2535. ผลของการเสริมการฝึกด้วยน้ำหนักและพลัยโอเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงและพลังของกล้ามเนื้อของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไวพจน์ จันทร์เสม. 2545. การพัฒนาโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาในนักกีฬารักบี้ฟุตบอล. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมภพ สาครดี. 2540. ผลของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อขาของนักกีฬายกน้ำหนักในท่าสแน็ท. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเนตุ นวกิจกุล. 2524. การสร้างสมรรถภาพทางกาย. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

โสภณ อรุณรัตน์. 2527. การใช้น้ำหนักช่วยฝึกนักกีฬา. ภาควิชาพลานามัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิลปชัย สุวรรณธาดา. 2546. เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาการกีฬา. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกวิทย์ แสวงผล. 2535. ผลของการฝึกยกน้ำหนักแบบวงจรที่มีต่อความคล่องแคล่วว่องไว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอดทนของกล้ามเนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Adom, K., O'Shea, J., O'Shea, K. and Climstein, M. 1992. The effect of six weeks of squat, plyometrics and squat- plyometrics on power production. Journal of Applied Sport Science Research.

Bamman. M.M. 1996. Should strength and endurance training be combined?. National Strength and Conditioning Association Journal.

Bangsbo, J. 1990. Anaerobic energy production and Oxygen deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. Journal of Physiology 422: 539-55.

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

Bell, G.J.1989. Physiological adaptations of oarsmen to endurance and resistance training performed sequentially or concurrently. Dissertation Abstracts International: 50 - 11A.

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

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

Bompa, O., and Cornacchia, J. 1998. Serious strength training. Champaigh, IL: Human Kinetics.

Bompa, O. 1993. Preordination of Strength: The new wave in strength training. Toronto: Veritas Publishing

Chu, D.A. 1996. Explosive power and strength, Complex training for maximun results. Champaign IL.: Human Kinetics.

Delorme, T.L. 1992. Restoration of Muscle Power by Heave – Resistance Exercises. The Journal of Bone and Joint Surgery 27: 645 – 667.

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

Drury, D.G. and Steven, J.F. 2003. Manipulating the strength curve. A scientific review of adjustable variable resistance.

Duke, S. and Eliyahu, D.B. 1992. Plyometrics: Optimizing athletic performance through the development of assessed by vertical leap ability: An observational study. Chiropractic Sport Medicine.

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

Elliott, B.C., Wilson G.J. and Kerr G.K.1989. A biomechanical analysis of the sticking region in the bench press. Medicine and Science in Sports and Exercise 21: 450– 462.

Fleck, S.T., and Kraemer, W.J. 1987. Designing resistance training programs. Champaign, IL: Human Kinetics.

Hakkinen, K., and Komi, P. 1983. Electromyographic changes during strength training and detraining. Medicine and Science in Sports and Exercise15: 455 – 460.

Hakkinen, K., and Komi, P., and Alen, M. 1985. Effect of explosive type strength training on isometric force – and relaxation-time, electromyography and muscle fiber characteristics of leg extensor muscles. Acta Physiological Scandinavica 125 : 587-600.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Hedrick, A., and Anderson J.C. 1996. The vertical jump: A review of the literature and a team case study. National Strength and Conditioning Association Journal (February): 7-12.

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

Horvat, M., and Kalakian, L. 1996. Assessment in Adapted Physical Education and Therapeutic Recreation Kerper Boulevard, Dubuque: Burgress Publishing Company.

Kritpet, T.T. 1988. The effects of six weeks of squat and plyometric training on power production. (Oregon state University) Dissertation Abstracts International. 50:16-23

Javorek, I.S. 1998. The benefits of combination lifts. National Strength and Conditioning Association Journal.

Luaber, C.A.1993. The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and weight training and plyometric training. Dissertation Abstracts International. 31: 1465A.

Mccarthy, J.P.1991. Compatibility of concurrent strength and endurance training: muscle morphological, electromyographic and functional adaptations. Dissertation Abstracts International: 52 – 02 B.

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

Pohlman, R.L.1982. Physiological adaptations to strength and endurance training. Dissertation Abstracts International: 43 – 08 A.

Radcliff, J.C. and Farentions, R.C. 1985. Plyometrics. 2 nd ed. Illinosis : Human Kinetics Publishers.

Rhyan, S.A. 1998. 10 week training program for the strength. National Strength and Conditioning Association Journal.

Rutherford, O., Greig, C., Sargent, A., and Jones, D. 1986. Strength training and power output: Transference effects in the human quadriceps muscle. Journal of Sports Science 4: 101–107.

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

Schmidtbleicher, D., Gollhofer, A., and Frick, U. 1988. Effects of a stretch – shortening typed training on the performance capability and innervations characteristics of leg extensor muscles. In G. de Groot et al. (eds.), Biomechanics XI – A, pp.185-189. Amsterdam: Free University Press.

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

Strive, 2004.Cam. (Online). Available from: http: www.strivefit.com

Stone, M.H., and Borden, R.A. 1997. Modes and Methods of resistance training. National Strength and Conditioning Association Journal. (August): 18–24.

Thompson, P.J. 1991. Introduction to coaching theory. Marshallarts Prints services ltd. West Sussex.

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

Wathen, D. 1994. Load Assignment In: T.R. Baechle (ed.), Essentials of strength training and conditioning, pp. 435 – 446. Champaign, IL : Human Kinetics.

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

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

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

Yessis, M. 1994. Training for power sports – Part 1. National Strength and Conditioning Association Journal: 42-45.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท่าฝึกพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลค เพรส (Leg press) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 3

ขั้นที่ 4

วิธีปฏิบัติ

1. ปรับตำแหน่งของลูกเบี้ยว มี 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ระดับที่ 2 และระดับที่ 3 และเสียบสลักที่แผ่นน้ำหนัก

2. ปรับมุมเบาะนั่งให้พอเหมาะโดยนั่งให้หลังแนบกับเบาะพิง ยกเท้าวางที่แผ่นพักเท้าให้เท้าทั้งสองห่างกันประมาณช่วงไหล่ โดยที่มุมของเข่า เท่ากับ 90 องศา

3. ออกแรงดันให้ขาเหยียดตรง เพื่ออยู่ในท่าเริ่มต้น

4. งอเข่าจนกระทั่งมุมของเข่า เท่ากับ 90 องศา แล้วออกแรงเหยียดขาอย่างเต็มที่และเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้ เพื่อให้เท้าออกจากแผ่นพักเท้า

5. ลงสู่แผ่นพักเท้าด้วยปลายเท้าก่อน แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

โดยใช้เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ (Newtest power timer Sw-300) มีหน่วยเป็นวัตต์

วิธีปฏิบัติ

มีขั้นตอน ดังนี้

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนแผ่นรองรับ มือทั้งสองข้างแตะอยู่ที่สะโพก เท้าทั้งสองห่างกันประมาณช่วงไหล่ ปลายเท้าชี้ตรงไปข้างหน้า
2. ค่อยๆย่อตัวลงกระทั่งมุมที่เข่า เท่ากับ 90 องศา โดยให้น้ำหนักตัวตกอยู่ที่ข้อเท้าทั้งสองข้าง แล้วค้างไว้อยู่ในท่าเริ่มต้น
3. ออกแรงกระโดดขึ้นไปในแนวดิ่งอย่างเต็มที่และเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้
4. ลงสู่แผ่นรองรับด้วยปลายเท้าก่อน แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น
5. บันทึกค่าพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขาที่ได้จากการคำนวณของเครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ (Newtest power timer Sw-300) มีหน่วยเป็นวัตต์

ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1RM)

โดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลค เพรส (Leg press) มีขั้นตอน ดังนี้

วิธีปฏิบัติ มีขั้นตอน ดังนี้

1. เริ่มต้นปรับมุมเบาะนั่งให้พอเหมาะโดยนั่งให้หลังแนบกับเบาะพิง ยกเท้าวางที่แผ่นพักเท้า ให้เท้าทั้งสองห่างกันประมาณช่วงไหล่ โดยที่มุมของเข่า เท่ากับ 90 องศา

2. ให้ผู้เข้ารับทดลองยกน้ำหนักในท่าที่จะฝึก 5 ครั้ง โดยใช้ความหนักในระดับต่ำ เพื่อจัดท่าทางให้ถูกต้อง แล้ว พัก 3 นาที

3. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบออกแรงดันให้ขาเหยียดตรงเพื่ออยู่ในท่าเริ่ม

4. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบงอเข่าจนกระทั่งมุมของเข่า เท่ากับ 90 องศา แล้วออกแรงเหยียดขา โดยดันแผ่นพักเท้าจนเข่าตึง ผ่อนแรงขากลับแล้วปฏิบัติซ้ำด้วยความเร็วปานกลางภายในเวลา 30 วินาที

5. ให้ผู้เข้ารับการทดลองยกน้ำหนักในท่าที่จะฝึกโดยใช้ความหนักในระดับสูงที่สามารถยกได้ไม่เกิน 5 ครั้ง ด้วยท่าทางที่ถูกต้อง

6. บันทึกจำนวนครั้งที่ยกได้ และน้ำหนักที่ยกได้

7. คำนวณค่าความแข็งแรงสูงสุดในแต่ละท่าการฝึก โดยใช้การประมาณค่าหนึ่งอาร์เอ็ม คิดเป็นกิโลกรัม ดังนี้

1 ครั้ง เท่ากับ 100% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.0000
2 ครั้ง เท่ากับ 95% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.0526
3 ครั้ง เท่ากับ 93% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.0753
4 ครั้ง เท่ากับ 90% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.1111
5 ครั้ง เท่ากับ 87% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ค่าคงที่ เท่ากับ 1.1494

คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

(น้ำหนักที่ยกได้) x (ค่าคงที่ของจำนวนครั้งที่ยกได้) = (ค่า 1 RM ที่ได้)

ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางบันทึกผลการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา

กลุ่มทดลองที่.....

ชื่อ-นามสกุล	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (ก.ก.)	ส่วนสูง (ซ.ม.)	ผลการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์)		
				ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 4 สัปดาห์	หลังการทดลอง 8 สัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางบันทึกการทดสอบค่าความหนักสูงสุดที่สามารถยกได้หนึ่งครั้ง (1RM)
และค่าความหนักของการฝึกที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง ของผู้เข้ารับการทดลอง
โดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลค เพรส (Leg press) มีขั้นตอน ดังนี้

กลุ่มทดลองที่.....

ชื่อ-นามสกุล	**ค่า** 1 RM	**สัปดาห์ที่** 1-4	**ค่า** 1 RM	**สัปดาห์ที่** 5-8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

รศ.ดร. ประพัฒน์ ลักษณพิสุทธิ์	อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร. กรรวี บุญชัย	อาจารย์ประจำภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ. เจริญ กระบวนรัตน์	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อ.ดร. ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์	อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. ไวพจน์ จันทร์เสม	นักพัฒนาการกีฬา สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานหลักสูตรและการสอน (บัณฑิตศึกษา) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร 82680

ที่ ศธ 0512.6 (2770.0603)/3351 **วันที่** 24 พฤษภาคม 2548

เรื่อง ขอใช้สถานที่

เรียน คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

ด้วย นายนิธิพงศ์ กิมาวหา นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาพลศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา” โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องขอใช้สถานที่ คือ ห้องเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย เครื่องฝึกด้วยน้ำนักแบบปรับแรงต้านในท่าเลคเพรส (Leg press) จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องวัดพลังกล้ามเนื้อขา กับนิสิตชายระดับปริญญาตรีของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา อายุระหว่าง 18 – 22 ปี ในระหว่างวันที่ 6 มิถุนายน – 29 กรกฎาคม 2548 เวลา 16.00 – 18.00 น. ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาติให้ นายนิธิพงศ์ กิมาวหา ได้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดีด้านหลักสูตรและการสอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

ที่ ศธ 0512.6(2700.0603)/3357

งานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท ปทุมวัน กทม. 10330

24 พฤษภาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายนิธิพงศ์ กิมาวหา นิสิตขั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาพลศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิตสร้างขึ้น ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอบพระคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)
รองคณบดี
ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

งานหลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680

ภาคผนวก ช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา (วัตต์)

ลำดับ	ก่อนการทดลอง				หลังการทดลอง 4 สัปดาห์				หลังการทดลอง 8 สัปดาห์			
	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3	กลุ่มทดลองที่ 4	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3	กลุ่มทดลองที่ 4	กลุ่มทดลองที่ 1	กลุ่มทดลองที่ 2	กลุ่มทดลองที่ 3	กลุ่มทดลองที่ 4
1	3983	3652	3646	3640	4056	3761	3864	3888	4171	3771	4067	3947
2	3561	3591	3640	3577	3685	3796	3910	3720	3694	3608	4179	3840
3	3523	3476	3327	3293	3564	3508	3649	3324	3575	3568	3752	3369
4	3150	3178	3280	3284	3306	3239	3667	3523	3345	3288	3850	3766
5	3138	3128	3097	3080	3274	3233	3372	3262	3293	3393	3729	3282
6	3057	3066	3071	3071	3137	3187	3265	3491	3474	3248	3486	3543
7	3057	3034	2985	2979	3197	3140	3231	3282	3206	3242	3558	3282
8	2915	2957	2957	2964	3171	3076	3395	3009	3189	3101	3674	3153
9	2915	2866	2860	2800	3252	2996	3082	3045	3340	3097	3562	3387
10	2643	2654	2768	2785	2984	2759	3455	2964	3049	2846	3674	3114

ข้อมูลทั่วไปก่อนการทดลองของกลุ่มทดลอง

ลำดับ	กลุ่มทดลองที่ 1 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1			กลุ่มทดลองที่ 2 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2			กลุ่มทดลองที่ 3 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3			กลุ่มทดลองที่ 4 การฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ		
	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (ก.ก.)	ส่วนสูง (ซ.ม.)	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (ก.ก.)	ส่วนสูง (ซ.ม.)	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (ก.ก.)	ส่วนสูง (ซ.ม.)	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (ก.ก.)	ส่วนสูง (ซ.ม.)
1	21	56	168	21	65	173	22	77	180	21	58	175
2	22	57	159	21	70	176	20	71	180	22	75	180
3	21	65	175	22	70	180	20	65	180	20	70	185
4	21	56	170	21	66	167	21	69	177	21	70	179
5	20	70	176	22	56	169	22	68	168	21	72	171
6	21	63	177	20	62	163	22	64	168	22	72	167
7	21	57	173	20	60	168	19	65	171	22	72	165
8	22	70	172	22	64	176	21	62	175	21	60	169
9	22	68	175	20	65	175	22	68	170	22	53	165
10	20	64	168	22	68	168	20	70	166	19	56	168

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนิธิพงศ์ กิมาวหา เกิดวันอังคารที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดสุรินทร์
สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนเมืองสุรินทร์ ปีการศึกษา 2535
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2538
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสุรวิทยาคาร ปีการศึกษา 2541
สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย