

ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด  
ที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย



นางสาว เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

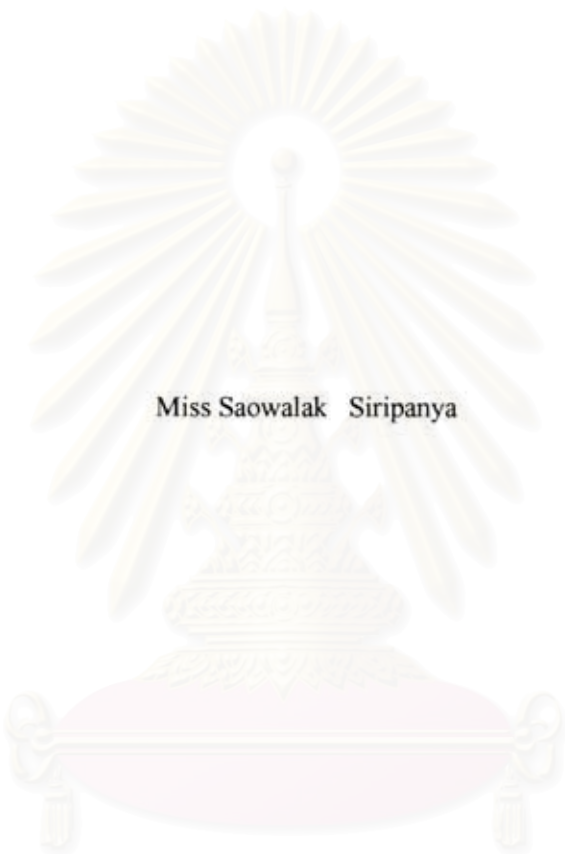
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECT OF COMPLEX TRAINING WITH COMBINED WEIGHT TRAINING  
AND EXPLOSIVE MOVEMENT ON MUSCULAR PERFORMANCE  
IN THAI FEMALE NATIONAL SEPAKTAKRAW ATHLETES.



Miss Saowalak Siripanya

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science

School of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

501090

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก  
กับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพ  
ของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย

โดย

นางสาวเสาวลักษณ์ ศิริปัญญา


สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

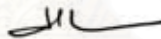
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

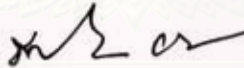
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินทร์ชัย อินทிரากรณ์


สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์  
ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

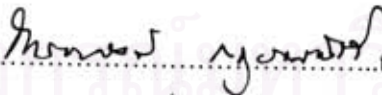
  
.....คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจลิม ชัยวัชรกรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจลิม ชัยวัชรกรณ์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินทร์ชัย อินทிரากรณ์)

  
.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(อาจารย์ ดร. ไหวพจน์ จันทรเสม)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร)

เสาวลักษณ์ ศิริปัญญา : ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย. (THE EFFECT OF COMPLEX TRAINING WITH COMBINED WEIGHT TRAINING AND EXPLOSIVE MOVEMENT ON MUSCULAR PERFORMANCE IN THAI FEMALE NATIONAL SEPAKTAKRAW ATHLETES.)  
 อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์ , 143 หน้า.


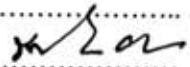
การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย จำนวน 15 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ทดลองฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวิเศษ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของคูเกี เอ (Tukey a)

ผลการวิจัย พบว่า

1. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อในการขึ้นกระโดดไกล และความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการเร่งความเร็ว พลังกล้ามเนื้อในการกระโดดพาดของตำแหน่งหน้าขวา และพลังกล้ามเนื้อในการกระโดดสกัดกั้นของตำแหน่งหน้าขวา มีค่าน้อยกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดสามารถทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยเพิ่มขึ้นได้ภายใน 6 สัปดาห์ และสมรรถภาพของกล้ามเนื้อจะมีแนวโน้มลดประสิทธิภาพลงเมื่อทำการหยุดฝึกหรือฝึกไม่เป็นประจำภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์

สาขาวิชา...วิทยาศาสตร์การกีฬา... ทยมือชื่อนิสิต.....   
 ปีการศึกษา.....2550..... ทยมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... 



## 4978620039 : MAJOR SPORTS PHYSIOLOGY

KEY WORDS : COMPLEX TRAINING / WEIGHT TRAINING / EXPLOSIVE MOVEMENT / MUSCULAR PERFORMANCE

SAOWALAK SIRIPANYA: THE EFFECT OF COMPLEX TRAINING WITH COMBINED WEIGHT TRAINING AND EXPLOSIVE MOVEMENT ON MUSCULAR PERFORMANCE IN THAI FEMALE NATIONAL SEPAKTAKRAW ATHLETES. THESIS PRINCIPAL ADVISOR : ASST. PROF. CHANINCHAI INTIRAPORN, Ph.D., 143 pp.

The purpose of this study was to examine the effect of complex training with combined weight training and explosive movement on muscular performance in Thai female national sepak takraw athletes. Fifteen Thai female national sepak takraw athletes were chosen by purposive sampling for this study. In addition to the regular training program, all subjects had to undergo the course of complex training with combined weight training and explosive movement training. The subjects were trained two days a week for a period of six weeks. The data such as legs muscular strength, acceleration ability, flexibility, legs muscular power and agility, were collected three times, before experiment, after 6<sup>th</sup> week, and 4 weeks after the conclusion of the experiment. Data were analyzed in terms of means and standard deviations, one way analysis of variance with repeated measure, and multiple comparison by using the Tukey (a).

Results indicated that:

1. After 6 weeks of experiment, legs muscular strength, acceleration ability, flexibility, legs muscular power, and agility were significantly improved at the .05 level

2. There were no significant difference at the .05 level between the 6<sup>th</sup> week of the experiment and at the 4 weeks after the conclusion of the experiment in legs muscular strength, flexibility, legs muscular power of standing long jump, and agility. However, acceleration ability, legs muscular power of role spike, and legs muscular power of block jump were significantly lower than the 6<sup>th</sup> week of experiment at the .05 level

Complex training with combined weight training and explosive movement was able to increase muscular performance in Thai female national sepak takraw athletes within 6 weeks. However, muscular performance gradually decreased when discontinued the training or not continually trained within 4 weeks.

Field of study : ..... Sports Science..... Student's signature : ..... *S. Sisipanya* .....

Academic year : .....2007..... Principal Advisor's signature : ..... *Chanichai Intiraporn* .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนรองศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันชัย บุญรอด และอาจารย์ฉัตรพร นกแก้ว ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

การวิจัยนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้หากไม่ได้รับความสนับสนุนจากหน่วยงานและบุคคลจำนวนมาก ก่อนอื่นผู้วิจัยขอขอบคุณการกีฬาแห่งประเทศไทยที่ได้สนับสนุนงบประมาณสนับสนุนในการวิจัย และสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ให้การสนับสนุนเรื่องอุปกรณ์ทดสอบเครื่องมือ และมอบวิชาความรู้ต่างๆให้กับผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสมาคมตะกร้อแห่งประเทศไทย ทีมงานผู้ฝึกสอนนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยทุกท่าน ไม่ว่าจะเป็นหัวหน้าผู้ฝึกสอน คุณวีรวัส หนองคาย ผู้ช่วยผู้ฝึกสอน จำลิสเบกนภา แดงโค และคุณอำนาจ จันทมนตรี รวมไปถึงผู้จัดการตะกร้อทีมชาติไทย คุณรัชฎา กุมทพงษ์พานิช และคุณศิริพงษ์ บุรณะพันธ์ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้ อีกทั้งยังให้ข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยเป็นอย่างมาก

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตองครักษ์ ซึ่งอนุเคราะห์สถานที่ที่ใช้เก็บข้อมูลวิจัยและอำนวยความสะดวกให้ตลอดมา

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ร่วมเก็บตัวฝึกซ้อมเพื่อแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 24 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลต่างๆอย่างเต็มใจตลอดมารวมทั้งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และที่สำคัญที่จะลืมกล่าวเสียมิได้ ขอขอบคุณเพื่อนๆนิสิตปริญญาตรี รุ่นที่ 5 (ข้าวเวหากกล้าแกร่ง) และเพื่อนๆนิสิตปริญญาโท รุ่นที่ 3 ทุกท่านอันเกิดมาจากสำนักวิชาเดียวกันและทำให้เรามีวันนี้ ขอขอบคุณที่ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ และดูแลซึ่งกันและกันตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้วยคุณความดีและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอขอบแด่ พันตรี บุญส่ง และนางสังเวียน ศิริปัญญา ผู้เป็นบิดาและมารดาอันเป็นที่รักยิ่ง ขอบพระคุณที่ท่านอบรมสั่งสอน และสนับสนุนเงินทุนจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา รวมถึงให้กำลังใจและคำแนะนำต่างๆตลอดมา จนผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์สำเร็จได้ตามที่ตั้งใจ



## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฉ
บทที่	
1    บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามของการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....	5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	8
2    เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย.....	9
ระบบกล้ามเนื้อ.....	14
แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก.....	19
รูปแบบการฝึกพลัย โอเมตริกรวมกับการฝึกด้วยน้ำหนัก.....	19
ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อน.....	21
แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ.....	25
การเร่งความเร็ว และการฝึกเพื่อพัฒนาการเร่งความเร็ว.....	34
ความสำคัญของความอ่อนตัวและการฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว.....	37
ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ และการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ.....	42
ความสำคัญของความคล่องแคล่วว่องไวและการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว.....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
กรอบแนวคิดในการทำวิจัย.....	54

บทที่		
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	55
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	55
	รูปแบบของการวิจัย.....	57
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	101
	สรุปผลการวิจัย.....	101
	อภิปรายผล.....	103
	ข้อเสนอแนะ.....	106
	รายการอ้างอิง.....	108
	ภาคผนวก.....	115
	ภาคผนวก ก รูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนัก	
	กับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....	116
	ภาคผนวก ข แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบสมรรถภาพ	
	นักกีฬาเซปักตะกร้อทีมหญิง.....	119
	ภาคผนวก ค วิธีการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ.....	121
	ภาคผนวก ง แบบสัมภาษณ์การวิจัย.....	124
	ภาคผนวก จ โปรแกรมการฝึกปกติของนักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทย.....	134
	ภาคผนวก ฉ ตารางผลการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ.....	139
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	143



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1	ลักษณะทาง โครงสร้างและการทำงานของใยกล้ามเนื้อ.....15
2	จำนวนครั้งของการยกกับความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม.....32
3	ความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนครั้งเป้าหมายและ จำนวนชุดที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้.....33
4	โปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ที่ 1- 6 .....56
5	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา ต่อน้ำหนักตัวก่อนการทดลองหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....61
6	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....62
7	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวา ในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....63
8	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้าย ในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....64
9	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวา ในการยืนแยกขาด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....65
10	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้าย ในการยืนแยกขาด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....66
11	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระ โดค โกล ของตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....67
12	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังกล้ามเนื้อขาในการกระ โดค ฟาด ของตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....68

ตาราง	หน้า
13	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกัน ของตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....69
14	ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....70
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....71
16	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุด ของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....72
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความสามารถ ในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....73
18	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความสามารถ ในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....74
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความอ่อนตัว แบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....75
20	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ ของขาขวาในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....76
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความอ่อนตัว แบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....77
22	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....78





ตาราง	หน้า
33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....	89
34 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์.....	90



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
1	แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย.....59
2	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....91
3	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬา เซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสาน การฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....92
4	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....93
5	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....94
6	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....95
7	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....96
8	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระโดดไกลของตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุด การทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ ในลักษณะแรงระเบิด.....97

แผนภูมิที่	หน้า
9	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาดของตำแหน่งหน้าขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....98
10	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นของตำแหน่งหน้าขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....99
11	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน แบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด.....100

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การกีฬามีส่วนสำคัญในการสร้างความภาคภูมิใจ สร้างแรงบันดาลใจ ก่อให้เกิดความสมานฉันท์ และสามัคคีของคนในชาติ ความสำเร็จของนักกีฬาไทยในการแข่งขันกีฬาระดับนานาชาติ หรือในระดับกีฬาอาชีพ สามารถเป็นแรงบันดาลใจให้เยาวชนรุ่นใหม่มีความมุ่งมั่นเพื่อก้าวไปสู่เป้าหมายแห่งความสำเร็จ ทำให้นักกีฬาเหล่านั้นกลายเป็นผู้ทรงอิทธิพลทางความคิด และการเปลี่ยนแปลงซึ่งมีส่วนในการขับเคลื่อนสังคมไทย เป็นแรงบันดาลใจให้เด็กไทยได้เล่นกีฬาและพัฒนาฝีมืออย่างจริงจัง ความสำเร็จของนักกีฬาเหล่านี้ นอกจากจะสร้างกระแสให้สังคมกีฬาเมืองไทยเริ่มหันมาให้ความสนใจกับการกีฬาเพิ่มมากขึ้นแล้ว ยังเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าฝีมือของนักกีฬาไทย ก็ไม่น้อยหน้าใครในระดับโลกเช่นกัน

อย่างไรก็ตาม ไม่เพียงแต่ความมุ่งมั่นและความสามารถด้านกีฬาเท่านั้นที่ทำให้นักกีฬาคว่าชัยชนะในการแข่งขัน องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การฝึกฝนและการคิดค้นเทคนิคใหม่ๆ เครื่องช่วย ผู้ฝึกสอน ผู้จัดการ นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ นักกายภาพบำบัด และนักโภชนาการ ล้วนแต่มีส่วนสนับสนุนความสำเร็จของนักกีฬาชั้นนำ ให้สามารถสร้างรายได้มากมาย และปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้ นักกีฬาประสบความสำเร็จอย่างสูงสุดในระดับสากลคือการนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาการกีฬา ดังที่ปรากฏในแผนพัฒนาการกีฬาแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2550 – 2554) หัวข้อประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนากีฬาเพื่อความเป็นเลิศ วัตถุประสงค์ของแผนดังกล่าวได้กล่าวไว้ข้อหนึ่งว่า เพื่อส่งเสริมให้นักกีฬาทุกกลุ่ม ทุกระดับ มีโอกาสเข้าร่วมการแข่งขันและพัฒนาความสามารถ โดยมุ่งเน้นความเป็นเลิศในการแข่งขันกีฬาทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ซึ่งมีตัวชี้วัดความสำเร็จอยู่ที่ผลจากการแข่งขันกีฬาหรือการได้รับเหรียญรางวัลในการแข่งขัน จากเหตุผลดังกล่าวจึง ได้มีมาตรการส่งเสริมและพัฒนาให้สมาคมกีฬาและองค์กรกีฬาต่างๆ นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาขีดความสามารถของนักกีฬา ซึ่งแวน วัฒนะพันธุ์ (2542) กล่าวไว้ว่า ได้มีการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆ มาประยุกต์ใช้ ซึ่งจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพของนักกีฬาสูงขึ้น และสามารถทำสถิติใหม่ๆ ขึ้นอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นเวลา ความแข็งแรง ความอดทน ระยะทาง ตลอดจนทักษะต่างๆ ที่ดีขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์การกีฬาในสาขาต่างๆ ได้แก่ สรีรวิทยาการกีฬา เวชศาสตร์การกีฬา โด๊ปและจิตวิทยาการกีฬา และ โภชนาการกีฬา



ความสามารถสูงสุดของนักกีฬา (Peak performance) เป็นสิ่งที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทุกคนต้องการอยากให้เกิดขึ้นในขณะที่แข่งขัน แอนเชล (Anchel,1990) ได้สรุปว่าการพัฒนาความสามารถสูงสุดของนักกีฬาในขณะที่แข่งขันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสามส่วน คือ สมรรถภาพทางกายและทักษะ(Physical fitness and sport skills) สมรรถภาพทางจิต (Mental fitness) และสิ่งแวดล้อม(Environment) หากขาดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งไปก็จะส่งผลให้นักกีฬาไม่สามารถแสดงความสามารถออกมาได้อย่างเต็มที่ จะเห็นได้ว่าทั้งสามส่วนที่กล่าวมาทั้งหมดมีความสำคัญและมีความสัมพันธ์กัน ศิลปชัย สุวรรณธาดา (2531) กล่าวว่าสมรรถภาพทางกายและทักษะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญโดยตรงของการแสดงความสามารถด้านกีฬา ซึ่งพัฒนามาจากการเรียนรู้และการฝึกซ้อมอย่างมีระบบที่ถูกต้อง นักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายและทักษะสูงก็จะแสดงความสามารถออกมาได้สูง ตรงข้ามกับนักกีฬาที่มีสมรรถภาพทางกายและทักษะต่ำก็จะแสดงความสามารถออกมาได้ต่ำ ถ้านักกีฬามีสมรรถภาพทางกายและทักษะกีฬาเท่ากัน ผู้ที่มีสมรรถภาพทางจิตที่สมบูรณ์มากกว่าจะเป็นผู้ชนะ

โฮเจอร์ ( Hoeger,1989 ) ได้แบ่งสมรรถภาพทางกายเป็น 2 ประเภทคือ สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ (Health-related physical fitness) และสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ (Skill-related physical fitness) ซึ่งประกอบไปด้วย ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ(Muscular strength and endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) ส่วนประกอบของร่างกาย (Body composition) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) การทรงตัวที่สมดุล (Balance) การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular coordination) พลังกล้ามเนื้อ (Power) ปฏิกริยาตอบสนอง (Reaction time) และความเร็ว (Speed) จากส่วนประกอบของสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะจะพบว่า ส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบที่มาจากการทำงานของระบบกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ ประกอบไปด้วย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) ความอ่อนตัว(Flexibility) ความคล่องแคล่วว่องไว(Agility) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) และความเร็ว (Speed) ดังนั้น โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อที่จะฝึกให้กับนักกีฬาคควรจะให้ประโยชน์กับนักกีฬาได้อย่างสูงสุด และมีประสิทธิภาพ

กีฬาตะกร้อจัดได้ว่าเป็นหนึ่งในหลายชนิดกีฬาที่ประเทศไทยต้องการพัฒนาเพื่อความเป็นเลิศ ดังจะเห็นได้จากการคาดหวังในการแข่งขันในระดับนานาชาติ เช่นในการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ เอเชียนเกมส์ หรืออาจจะกลายเป็นหนึ่งในกีฬาโอลิมปิกเกมส์ในภายภาคหน้าก็เป็นได้ ซึ่งการแข่งขันในปัจจุบันประเทศที่เป็นคู่แข่งของไทย อาทิเช่น เวียดนาม อินโดนีเซีย ก็มีการพัฒนากีฬาตะกร้อขึ้นอย่างรวดเร็วและน่าจับตามอง ดังจะเห็นได้จากผลการแข่งขันจากกีฬาเอเชียนเกมส์ ครั้งที่ 15 หรือ โดฮาเกมส์ที่ผ่านมา ทีมตะกร้อหญิงเวียดนามสามารถชิงเหรียญทองจากทีมตะกร้อหญิงของไทยไปได้ นั่นก็เป็นผลมาจากการพัฒนาการกีฬาของประเทศคู่แข่งในแถบเอเชีย



ตะวันออกเฉียงใต้ที่นำกลับเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมและพัฒนาให้สมาคมกีฬาและองค์กรกีฬาต่างๆ นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬามาใช้ในการพัฒนาขีดความสามารถของนักกีฬาให้สูงขึ้น

กีฬาตะกร้อ ที่มีการจัดแข่งขันขึ้นอย่างเป็นทางการในปัจจุบันนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ เซปักตะกร้อ ตะกร้อคู่ และตะกร้อลอดห่วง ซึ่งในแต่ละประเภทก็มีความแตกต่างกันในรูปแบบการเล่น เซปักตะกร้อจะประกอบไปด้วยผู้เล่นในสนามจำนวน 3 คน มีตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง มีการจัดแข่งขันเป็น 2 ประเภท คือประเภททีมเดี่ยว และทีมชุด ทักษะพื้นฐานที่สำคัญในกีฬาเซปักตะกร้อที่สำคัญมีอยู่ 4 ชนิด คือ การเสิร์ฟ การรับลูก การตั้งลูก และการเข้าทำคะแนน การเข้าทำคะแนนมีอยู่หลายรูปแบบ คือ การโหม่ง การฟาดแบบต่างๆ การเตะขา สลับหลัง และการเหยียบ (แวน วัณณะพันธุ์, 2542) และจากทักษะพื้นฐานที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่านักกีฬาเซปักตะกร้อจำเป็นต้องมีองค์ประกอบของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ อาทิเช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการกระโดดสกัดกั้น และลงสู่พื้น ความเร็วในการแสดงทักษะต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ความคล่องแคล่วว่องไวในการเคลื่อนที่รับลูกภายในสนาม และความอ่อนตัวในการแยกขาเพื่อฟาดลูกและเสิร์ฟลูก เป็นต้น ด้านนักกีฬามีองค์ประกอบของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อที่ไม่ดี การแสดงทักษะนั้นก็จะเป็นด้อยประสิทธิภาพ และส่งผลต่อการแข่งขันได้

ชู(Chu, 1996) ได้กล่าวถึงการฝึกเชิงซ้อนไว้ ว่าเป็นวิธีการฝึกกล้ามเนื้อแบบหนึ่งที่น่ามาใช้ในนักกีฬาที่ต้องการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ไปพร้อมๆ กับพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้กระบวนการสองขั้น คือ ขั้นที่หนึ่งใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเพื่อระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และในขั้นที่สองใช้การฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกความเร็ว หรือการฝึกเฉพาะทักษะชนิดกีฬานั้นๆ โดยอาศัยหลักการของพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด - ตึง (Stretch - shorten cycle) นั่นก็คือการให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลงอย่างเต็มที่ซึ่งจะมีผลทำให้การหดตัวแบบความยาวลดลงได้แรงเพิ่มมากขึ้น ในการฝึกขั้นนี้จะใช้ท่าที่เสมอเหมือนกับการฝึกด้วยน้ำหนักที่ทำการกระตุ้นกล้ามเนื้อมาจากขั้นแรกแล้ว ประโยชน์ในส่วนของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นจะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความมั่นคงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการบาดเจ็บอีกด้วย และในส่วนของกรฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกความเร็ว หรือการฝึกเฉพาะทักษะชนิดกีฬานั้นๆ จะทำให้นักกีฬามีพลังกล้ามเนื้อ ความเร็วเพิ่มขึ้น ข้อดีของการฝึกเชิงซ้อนคือ เราสามารถพัฒนาความแข็งแรงของนักกีฬาไปได้พร้อมๆ กับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความเร็วโดยใช้ระยะเวลาในการฝึกน้อยกว่าการฝึกทีละ โปรแกรม สามารถนำไปฝึกกับนักกีฬาจำนวนมากได้ และสามารถให้ประโยชน์มากมายหลายด้าน

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ก็ได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนขึ้น มากมาย ซึ่งการนำโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนมาใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้นว่ามีความสำคัญ โดยเฉพาะการพัฒนาความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงในลักษณะแรงระเบิดและมีความ เฉพาะเจาะจงกับทักษะกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะนั้นๆ ให้มากที่สุด ใน โปรแกรมการฝึกกีฬาตะกร้อจึงต้องคำนึงถึงตำแหน่งของนักกีฬาด้วย เพราะการแสดงทักษะต่างๆ ในกีฬาตะกร้อจะแตกต่างกันไปตามแต่ละตำแหน่ง ดังนั้นการฝึกก็ควรจำเพาะเจาะจงกับตำแหน่ง ของนักกีฬา และเมื่อกล้ามเนื้อของนักกีฬาได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะตะกร้อมาก เท่าใด ก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพต่อผลของการฝึกในกีฬาตะกร้อมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้าง โปรแกรมการฝึกที่มีผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพของ กล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ฝึกสอนนำไปพัฒนา ความสามารถในการแข่งขันให้กับนักกีฬา นำไปสู่ความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาต่อไป

#### คำถามของการวิจัย

1. การฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด มีผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยหรือไม่
2. การฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด มีผลทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยลดลงหลังสิ้นสุดการ ฝึก 4 สัปดาห์หรือไม่

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ใน ลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย

#### สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด มี ผลทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยเพิ่มขึ้น และสมรรถภาพ ของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยจะลดลงหลังสิ้นสุดการฝึก 4 สัปดาห์



## ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะศึกษาถึงการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ประเภททีมเดี่ยวและทีมชุด ซึ่งเป็นการศึกษาการประยุกต์วิทยาศาสตร์การกีฬาแบบองค์รวมในการเก็บตัวฝึกซ้อมและแข่งขันของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ประเภททีมเดี่ยวและทีมชุดจำนวน 15 คน ซึ่งเข้าร่วมเก็บตัวเพื่อทำการแข่งขันซีเกมส์ครั้งที่ 24 ณ ประเทศไทย ทำการเก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 1 พฤษภาคม – 20 กรกฎาคม 2550 ณ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรทดลอง มีหนึ่งตัวแปร คือ

โปรแกรมการฝึกสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ ซึ่งประกอบไปด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด

3.2 ตัวแปรตาม คือ

สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย

- 1.) ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (Legs muscular maximum strength)
- 2.) ความเร็ว (Speed)
- 3.) ความอ่อนตัว (Flexibility)
- 4.) พลังกล้ามเนื้อขา (Legs muscular power)
- 5.) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)

## ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจและได้มีข้อตกลงเบื้องต้นกับนักกีฬาและผู้ฝึกสอนถึงโปรแกรมการฝึกที่ใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพของกล้ามเนื้อกำหนดให้มีการฝึกทั้งหมด 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละสองครั้งคือในวันอังคารและวันศุกร์ โดยที่นักกีฬาที่เข้าร่วมในโปรแกรมการฝึกต้องฝึกให้เสร็จก่อนที่จะฝึกตามแบบฝึกปกติในการฝึกซ้อมในแต่ละวันของนักกีฬา โดยนักกีฬาทุกคนเก็บตัวฝึกซ้อมและอยู่ในความดูแลของผู้ฝึกสอนอย่างใกล้ชิดพร้อมทั้งได้มีการขอร้องให้นักกีฬาทุกคนไม่ให้ฝึกเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากแบบฝึกดังกล่าว ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เก็บรักษาอุปกรณ์การฝึกทั้งหมดไว้ด้วยตนเองตลอดระยะเวลาของการฝึก จึงถือว่าการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิง เป็นผลมาจาก โปรแกรมการฝึกเท่านั้น

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

**การฝึกเชิงซ้อน (Complex training)** หมายถึง วิธีการฝึกกล้ามเนื้อชนิดหนึ่งที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไปพร้อมกับพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้กระบวนการสองขั้น คือ ขั้นที่หนึ่งใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเพื่อระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และในขั้นที่สองใช้การฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกความเร็ว หรือการฝึกการเคลื่อนที่แบบเฉพาะเจาะจงกับทักษะชนิดกีฬานั้นๆ ทั้งนี้ในแต่ละชุดของการฝึกจนกว่าจะเสร็จสิ้นตามโปรแกรม ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การฝึกด้วยน้ำหนักในระดับสูงผสมผสานการฝึกการเคลื่อนที่แบบเฉพาะเจาะจงของทักษะตามตำแหน่งกีฬาตะกร้อซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด ภายในเวลา 20 วินาที

**การฝึกด้วยน้ำหนัก (Weight training)** หมายถึง การฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ความหนักในระดับสูง เพื่อเป็นการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงาน ซึ่งจะมีผลทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความมั่นคงเพิ่มขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้น้ำหนักของการฝึกประมาณ 80%ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนในการฝึก 3 ชุด จำนวนครั้งในการฝึกในแต่ละชุด 6 ครั้ง จังหวะเร็วที่สุด เวลาพักระหว่างชุด 3-5 นาที

**การเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด (Explosive movement)** หมายถึง การฝึกให้กล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการฝึกด้วยน้ำหนักในแต่ละชุดแล้ว อาจจะเป็นการฝึกพลัยโอเมตริก หรือการฝึกความเร็ว หรือการฝึกเฉพาะทักษะกีฬา ใดๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจจะทั้งหมดก็ได้ โดยอาศัยหลักการของพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด - ตัน (Stretch - shorten cycle) นั่นก็คือการให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) อย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างเต็มที่ ซึ่งจะมีผลทำให้การหดตัวแบบความยาวลดลงได้แรงเพิ่มมากขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การฝึกการเคลื่อนที่แบบเฉพาะเจาะจงของทักษะตามตำแหน่งกีฬาตะกร้อ ซึ่งเป็นแบบฝึกที่นำการฝึกพลัยโอเมตริก การฝึกความเร็ว และการฝึกเฉพาะทักษะกีฬามาผสมผสานกัน ให้นักกีฬาทำอย่างรวดเร็ว ภายในเวลา 20 วินาที

**สมรรถภาพของกล้ามเนื้อ (Muscular performance)** หมายถึง องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ (Skill-related physical fitness) ที่มาจากการทำงานของระบบกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ประกอบไปด้วย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความเร็ว (Speed) ความอ่อนตัว (Flexibility) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular power) และความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)



**ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (Legs muscular maximum strength)** หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงได้มากที่สุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อหนึ่งครั้ง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่าเดกเพรส (Legs press)

**ความเร็ว (Speed)** หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ทำงานซ้ำๆกัน ได้อย่างรวดเร็วในเวลาสั้นๆ หรือระยะทางที่เคลื่อนที่ไปต่อหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ความสามารถในการเร่งความเร็ว (Acceleration ability) ซึ่งเป็นอัตราการเพิ่มความเร็วของการออกวิ่งจากจุดเริ่มต้น ถึงจุด 5 เมตร มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาทีกำลังสอง

**ความอ่อนตัว (Flexibility)** หมายถึง ช่วงกว้างของการเคลื่อนที่ของข้อต่อต่างๆ ในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic flexibility) โดยการยืนแยกขา โดยวัดความกว้างที่เท้าสามารถแยกออกไปได้กว้างที่สุด โดยวัดระยะทางจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายเท้า ทั้งด้านหน้าและด้านข้าง ชายซ้ายและชายขวา มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

**พลังกล้ามเนื้อขา (Legs muscular power)** หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อขาที่ออกแรงได้มากที่สุดอย่างรวดเร็วทำให้เกิดงานในระดับสูงในการวิจัยครั้งนี้แบ่งการวัดตามตำแหน่งดังนี้

#### ตำแหน่งหน้าขวา

- วัดพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาด โดยวัดความสูงตั้งแต่พื้นจนถึงระยะที่เท้าพาดโดนลูกตะกร้อได้เต็มลูก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

- วัดพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกัน โดยวัดความสูงตั้งแต่พื้นจนถึงระยะที่สะโพกยกขึ้นมาสูงสุด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

- วัดพลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระโดดไกล โดยวัดระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดที่ไกลที่สุดของเท้าที่กระโดดออกไปได้ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

#### ตำแหน่งหน้าซ้าย และตำแหน่งหลัง

- วัดพลังกล้ามเนื้อขาในการยืนกระโดดไกล โดยวัดระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดที่ไกลที่สุดของเท้าที่กระโดดออกไปได้ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

**ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)** หมายถึง ความสามารถในการการชลดความเร็ว การเร่งความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วโดยไม่เสียการทรงตัว ในการวิจัยครั้งนี้ให้นักกีฬาตะกร้อหญิงเคลื่อนที่ออกจากจุดเริ่มต้น ไปตามทิศทางและลักษณะของการเคลื่อนที่ตามที่กำหนดอย่างรวดเร็วจนถึงจุดสิ้นสุดเป็นระยะทาง 24 เมตร เวลาที่ได้จากการทดสอบมีหน่วยเป็นวินาที ผู้ที่ทำเวลาได้น้อยแสดงว่ามีความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่าผู้ที่ทำเวลาได้มาก

นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย หมายถึง นักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงที่เป็นตัวแทนทีมชาติไทย ที่ได้เข้าร่วมเก็บตัวอยู่ในชุดเตรียมทีมซีเกมส์ ครั้งที่ 24 ประเภททีมเดี่ยวและทีมชุด จำนวน 15 คน

#### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถภาพของกล้ามเนื้อที่สำคัญในการเล่นตะกร้อ และนำไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมการฝึกได้ตรงตามความต้องการ
2. เป็นแนวทางในการจัด โปรแกรมการฝึกที่มีผลต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อ
3. นักกีฬามีสมรรถภาพของกล้ามเนื้อดีขึ้น พร้อมทั้งนำไปใช้ในการแข่งขันในรายการที่สำคัญๆ
4. ได้นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาไปพัฒนาความสามารถของนักกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย จึงได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาวิจัยดังนี้

1. ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย
2. ระบบกล้ามเนื้อ
3. แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัย โอมेटริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก
4. รูปแบบการฝึกพลัย โอมेटริกรวมกับการฝึกด้วยน้ำหนัก
5. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อน
6. แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ
7. การเร่งความเร็ว และการฝึกเพื่อพัฒนาการเร่งความเร็ว
8. ความสำคัญของความอ่อนตัวและการฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว
9. ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ และการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ
10. ความสำคัญของความคล่องแคล่วว่องไวและการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ความหมายและองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

##### ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างยิ่ง เพราะการใช้ชีวิตประจำวัน เราต้องพบกับสิ่งต่างๆมากมาย ซึ่งถ้าเรามีสมรรถภาพทางกายที่ดีแล้ว ก็จะสามารถประกอบภารกิจประจำวันต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้วสมรรถภาพทางกายยังมีความสำคัญต่อกีฬาทุกประเภท เพราะเป็นพื้นฐานในการปฏิบัติกิจกรรมกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคำว่าสมรรถภาพทางกายได้มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย สามารถสรุปได้ดังนี้

แมทธีว (Mathew, 1978) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายเป็นความสามารถในการทำงานอย่างหนักของกล้ามเนื้อในแต่ละบุคคลประกอบไปด้วย ความแข็งแรง ความอดทน ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ พลัง ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด หรือความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ และการทำงานประสานกันระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อ



ในปีต่อมาเกตเชล (Getchell, 1979) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพไว้ว่าเป็นความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของหัวใจ หลอดเลือด ปอด และกล้ามเนื้อ ซึ่งส่งผลให้มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง สามารถปฏิบัติงานได้อย่างกระฉับกระเฉง และประกอบกิจกรรมนันทนาการได้อย่างสนุกสนาน มีองค์ประกอบพื้นฐาน คือ ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบหัวใจและระบบหายใจ

เคอเคนคอลลและคณะ (Kirkendall et al., 1980) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึงระบบการทำงานของอวัยวะในแต่ละบุคคล คือ ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต พลัง และความอ่อนตัว

คอร์บิน และ ลินด์เซย์ (Corbin and Lindsey, 1988) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึงความสามารถของระบบอวัยวะที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดจากการมีองค์ประกอบอย่างน้อย 11 ประการ ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบจะทำให้มนุษย์มีความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เวลาว่างอย่างสนุกสนาน มีสุขภาพสมบูรณ์ ไม่มีโรคภัยไข้เจ็บ อันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกาย และสามารถจัดการกับสภาวะฉุกเฉินได้

สมาคมสุขศึกษาพลศึกษา สันทนาการและการเดินร่าของประเทศสหรัฐอเมริกา (The America Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance: AAHPERD อ้างถึงใน Safrit, 1990) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถภาพทางกายหมายถึง ภาวะของร่างกายที่ทำให้คนเราสามารถปฏิบัติภารกิจประจำวันได้อย่างแข็งขัน กระฉับกระเฉง ลดอัตราเสี่ยงต่อปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกาย และเป็นความสามารถพื้นฐานของร่างกายสำหรับเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ได้

กรีนเบิร์กและคณะ (Greenberg et al., 1998) กล่าวว่าสมรรถภาพทางกายเป็นความสามารถของบุคคลที่ต้องเผชิญกับความต้องการของชีวิต และยังคงมีพลังงานเพียงพอที่จะตอบสนองกับเหตุการณ์ที่ไม่ได้วางแผนได้อีกด้วย โดยมีองค์ประกอบพื้นฐานของสมรรถภาพทางกาย 5 ประการ คือ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และส่วนประกอบของร่างกาย สำหรับการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางกีฬานั้นจะต้องมีสมรรถภาพด้านอื่นๆอีก ซึ่งเป็นสมรรถภาพทางกลไก ได้แก่ ความคล่องตัว ความสมดุล การทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ พลัง ความเร็ว และปฏิกิริยาตอบสนอง

วิบูลย์ ชลนันทน์ (2540) ได้ทำการสรุปความหมายของสมรรถภาพทางกายจากบุคคลต่างๆ ในแต่ละยุคสมัย ซึ่งคำว่า สมรรถภาพทางกายได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายประเด็นซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองว่ามีความต้องการใช้สมรรถภาพทางกายด้วยวัตถุประสงค์อย่างไร ไว้ดังนี้

ในช่วงทศวรรษ 1950 สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุดของร่างกาย โดยเน้นที่ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ

ในช่วงทศวรรษ 1960 สมรรถภาพทางกาย หมายถึง สภาพร่างกายที่สามารถทำงานได้สูงสุดในภารกิจประจำวัน และยังคงมีพลังสำรองไว้ในยามฉุกเฉินได้อีกด้วย

ในช่วงทศวรรษ 1970 สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบกิจกรรมหนักๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพอันเนื่องมาจากการทำงานของระบบกล้ามเนื้อและระบบหัวใจและการหายใจรวมทั้งการประสานสัมพันธ์กันระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อ

และในช่วงทศวรรษ 1980 สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบภารกิจประจำวัน ได้อย่างกระฉับกระเฉงและฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาพปกติได้อย่างรวดเร็ว โดยเน้นการมีสุขภาพดี และไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกาย

สมบัติ กาญจนกิจ (2542) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึงความสามารถในการทำงานของบุคคลได้อย่างยาวนาน โดยไม่รู้สึกเหนื่อยและทำงานได้ดีที่สุดเท่าที่ร่างกายอำนวย เป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าร่างกายมีความสามารถมากน้อยเพียงใดที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า สมรรถภาพทางกาย เป็นความสามารถของร่างกายที่สามารถทำกิจกรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถมีชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข มีสุขภาพดีและปราศจากโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย

#### องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

โฮเจอร์ (Hoeger, 1989) ได้แบ่งองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเป็น 2 ประเภท คือ

1. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ (Health - related physical fitness)

มี 4 องค์ประกอบ คือ

- 1.) ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด
- 2.) ความทนทานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- 3.) ความอ่อนตัว
- 4.) ส่วนประกอบของร่างกาย

2. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับทักษะ (Skill - related physical fitness)

องค์ประกอบต่างๆเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับสมรรถภาพทางกายที่ส่งผลให้นักกีฬาประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย

- 1.) ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด
- 2.) ความทนทานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- 3.) ความอ่อนตัว
- 4.) ส่วนประกอบของร่างกาย



- 5.) ความคล่องแคล่ว
- 6.) การทรงตัวที่สมดุล
- 7.) การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ
- 8.) ปฏิกริยาตอบสนอง
- 9.) กำลัง
- 10.) ความเร็ว

เวสต์ และ บูชเชอร์ (Wuest and Bucher, 1991) ได้ทำการแบ่งองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายไว้ 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (Health - related physical fitness) มีองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

- 1.) ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ
- 2.) ความอดทนของกล้ามเนื้อ
- 3.) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- 4.) ความอ่อนตัว
- 5.) ส่วนประกอบของร่างกาย

2. องค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะ (Skill - related physical fitness) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับนักกีฬา มีองค์ประกอบ 11 รายการ ได้แก่

- 1.) ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ
- 2.) ความอดทนของกล้ามเนื้อ
- 3.) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- 4.) ความอ่อนตัว
- 5.) ส่วนประกอบของร่างกาย
- 6.) ความคล่องแคล่วว่องไว
- 7.) การทรงตัวที่สมดุล
- 8.) พลัง
- 9.) ความเร็ว
- 10.) ปฏิกริยาตอบสนอง
- 11.) การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

ดอนอมวงส์ กฤษณ์เพ็ชร (2531) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายนั้นประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบ ได้แก่ สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะ (Skill - related physical fitness) และ สมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ (Health - related physical fitness)



เพาเวอร์ และคอดด์ (Power and Dodd, 1997) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพไว้ว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการได้แก่ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว องค์ประกอบของร่างกาย ส่วนนักกีฬานั้นจะต้องมีองค์ประกอบที่ 6 คือ สมรรถภาพทางกลไก เพื่อเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวอย่างมีคุณภาพ เช่น ความคล่องแคล่วว่องไว การทำงานประสานกันของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เป็นต้น

เฉลิมวุฒิ อภาณุกุล (2548) ได้รวบรวมและสรุปสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวกับทักษะเป็นส่วนสำคัญต่างๆ ไว้ 6 ส่วน ได้แก่

1. ความอดทนหรือความทนทาน(Endurance) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้ในระยะเวลา ระยะทางที่ยาวนาน เช่น ในการแข่งขันต้องมีการวิ่งรับลูกและส่งลูกหลายครั้ง นักกีฬาต้องมีความสามารถในการวิ่งรับและส่งลูกได้โดยไม่รู้สึกเหนื่อย หรืออาจจะรู้สึกเหนื่อยน้อยที่สุด ดังนั้นการได้รับการฝึกซ้อมอยู่เสมอ จะทำให้เกิดการพัฒนาของระบบกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้น สามารถสะสมพลังงานไว้ได้มากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน ทั้งยังลดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกซ้อมหรือจากการแข่งขัน

นอกจากนั้นการฝึกซ้อมอย่างสม่ำเสมอยังพัฒนาความอดทนหรือความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular endurance) เป็นผลให้หัวใจมีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งแรงขึ้น ปริมาณโลหิตที่หัวใจสูบฉีดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและส่วนต่างๆ ได้มากขึ้น ร่างกายมีความสามารถในการทนต่อสภาวะกรดอันเนื่องมาจากการออกกำลังกายหรือการแข่งขันกีฬา

2. ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการหดตัวเพื่อให้งานได้อย่างเต็มที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นพื้นฐานที่สำคัญของทักษะทุกชนิดกีฬาที่จะสามารถนำไปฝึกซ้อมหรือทำการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นก่อนที่จะทำการฝึกทักษะหรือรูปแบบการแข่งขันต่าง ๆ นั้น การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงอันดับแรก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก เป็นต้น

3. ความเร็ว (Speed) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยใช้เวลาน้อยที่สุด ความเร็วต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและพลังกล้ามเนื้อขา

4. ความอ่อนตัวและความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อในการยืดออกและหดเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่มุมหรือข้อต่อในส่วนต่างๆ ของร่างกายสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความยืดหยุ่นนี้สามารถพัฒนาได้จากการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อนั่นเอง

5. ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ได้เร็วจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ความคล่องแคล่วว่องไวประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลายด้านเช่น การเร่งความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัว เป็นต้น

6. ความสมดุลของร่างกาย (Body balance) หมายถึง ความสามารถในการรักษาความสมดุลของร่างกาย ในขณะที่อยู่กับที่และในขณะที่เคลื่อนไหวไม่ให้เสียหลัก โสเซ หรือวิ่งไม่ตรงทิศทาง ซึ่งเป็นความสามารถในการทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อ

กล่าวโดยสรุปแล้วสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะ มืองค์ประกอบของการทำงานในระบบกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นถ้านักกีฬาต้องให้มีสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะที่ดีขึ้น ก็ควรให้ความสำคัญในการพัฒนาองค์ประกอบของการทำงานในระบบกล้ามเนื้อต่างๆอย่างเป็นประจำ

### ระบบกล้ามเนื้อ

วัฒนา วัฒนาภาและคณะ (2547) ได้กล่าวไว้ว่ากล้ามเนื้อทำหน้าที่สำคัญคือการหดตัว ทำให้อวัยวะต่างๆที่มีกล้ามเนื้อเนื้อเป็นองค์ประกอบเกิดการเคลื่อนไหวและก่อให้เกิดงานขึ้น กล้ามเนื้อเป็นตัวเปลี่ยนรูปพลังงานชีวภาพ (Biological transducer) ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานที่เก็บในรูปสารเคมีไปเป็นพลังงานกล (Chemomechanical transduction) กล้ามเนื้อในร่างกายแบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่ กล้ามเนื้อโครงร่าง (Skeletal muscle) กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscle) และกล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscle) ในร่างกายคนปกติจะมีกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักตัวทั้งหมด โดยเป็นกล้ามเนื้อโครงร่างร้อยละ 40 และอีกร้อยละ 10 เป็นกล้ามเนื้อหัวใจและกล้ามเนื้อเรียบ

#### ชนิดของกล้ามเนื้อโครงร่าง

วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม(2537) ได้สรุปถึงการจำแนกชนิดของกล้ามเนื้อไว้ว่า ไยกกล้ามเนื้อสามารถแบ่งตามคุณสมบัติทางสรีรวิทยาและชีวเคมีออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ไยกกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Slow-twitch หรือ Type I) และชนิดหดตัวเร็ว(Fast-twitch หรือ Type IIa และ IIb) ในแต่ละหน่วยยนต์จะมีไยกกล้ามเนื้อชนิดเดียวกันทั้งหมด ไยกกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Type I) จะมีเอนไซม์ในกระบวนการออกซิเดชัน (Oxidative enzymes) ปริมาณสูง จึงเกี่ยวข้องกับการทำงานที่ใช้ใช้ออกซิเจน (Aerobic) ขณะที่ไยกกล้ามเนื้อหดตัวเร็วชนิดบี (Type IIb) จะมีเอนไซม์ในการสลายไกลโคเจน(Glycolytic enzymes) ปริมาณสูง และสัมพันธ์กับการทำงานที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic) ส่วนไยกกล้ามเนื้อหดตัวเร็วชนิดเอ (Type IIa) มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างไยกกล้ามเนื้อทั้ง



สองชนิดนี้ ปริมาณของใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดในกล้ามเนื้อมัดต่างๆจะแสดงถึงศักยภาพในการทำงาน ชนิดที่ต้องการพลัง(Power) หรือต้องการความทนทาน(Endurance) ใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วจะเหมาะกับการทำงานที่ต้องการใช้พลัง(การใช้แรงมากในเวลาจำกัด) ส่วนใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะเหมาะกับการทำงานที่ต้องการความทนทาน สัดส่วนของใยกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดจะถูกกำหนดโดยพันธุกรรม และส่วนหนึ่งอาจขึ้นอยู่กับ โปรแกรมการฝึกจำเพาะที่ได้รับ ความแตกต่างของใยกล้ามเนื้อทั้ง 2 ชนิดแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางโครงสร้างและการทำงานของใยกล้ามเนื้อ

ลักษณะ	ชนิดของใยกล้ามเนื้อ		
	หดตัวช้า (I)	หดตัวเร็ว (II a)	หดตัวเร็ว (II b)
ลักษณะทาง โครงสร้าง			
สี	แดง	แดง(ชมพู)	ขาว(ซีด)
ขนาดใยกล้ามเนื้อ	เล็ก	ปานกลาง	ใหญ่
ไมโทคอนเดรีย(mitochondria)	มาก	มาก	น้อย
หลอดเลือดฝอย	มาก	มาก	น้อย
ลักษณะทางเมตาบอลิซึม			
ความเร็วในการหดตัว	ช้า	เร็ว	เร็ว
ฤทธิ์เอนไซม์ myosin ATPase	ช้า	เร็ว	เร็ว
กระบวนการสร้าง ATP	แอโรบิก	แอโรบิก	แอนแอโรบิก
ปริมาณไมโอโกลบิน(myoglobin)	มาก	มาก	น้อย
ปริมาณไกลโคเจนสะสม	น้อย	ปานกลาง	มาก
ภาวะเปลี้ยล้า	ยาก	ปานกลาง	ง่าย
ลักษณะทางหน้าที่การทำงาน			
แรงที่เกิดขึ้น	ต่ำ	สูง	สูง
ประสิทธิภาพในการเกิดแรง	สูง	ต่ำ	ต่ำ



### กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่าง

ครุณวรรณ จักรพันธ์ (2544) ได้กล่าวถึงการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างในร่างกายว่า โดยปกติจะถูกควบคุมโดยระบบประสาท โดยที่มอเตอร์เอเรีย (Motor area) ในสมองจะส่งพลังประสาทตามเส้นประสาทในระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งถูกถ่ายทอดต่อไปยังระบบประสาทส่วนปลาย และไปยังระบบกล้ามเนื้อ โดยผ่านทางหน่วยประสาท (Motor unit) ซึ่งถือเป็นหน่วยย่อยที่สุดของระบบกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานได้ หน่วยประสาทประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Motor neuron) 1 เซลล์ และเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวนหนึ่งที่นิเวรอนนั้น ไปเลี้ยง เมื่อเซลล์ประสาทหนึ่งถูกกระตุ้น เส้นใยกล้ามเนื้อทุกเส้นใยที่ถูกเลี้ยง โดยนิเวรอนนั้นจะตอบสนองโดยการหดตัวทั้งหมด

กล้ามเนื้อโครงร่างถูกกระตุ้นด้วยกระแสประสาท ซึ่งแพร่กระจายตามเส้นประสาทผ่านทางนิวโรมัสมัสจังก์ชัน (Neuromuscular junction) หรือมอเตอร์เอนเพลท (Motor end plate) ไปยังเซลล์กล้ามเนื้อเหนี่ยวนำทำให้เกิดเอนเพลท โปเทนเชียล (End plate potential) แอคชัน โปเทนเชียล (Action potential) จะแพร่กระจายเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อเข้าไปในเซลล์โดยทาง ที-ทิวบูล (T-tubule) ทำให้แคลเซียมหลั่งออกจาก ซาร์โคพลาสมิก เรติคิวลัม (Sarcoplasmic reticulum;SR) เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีไปเป็นพลังงานกล และพลังงานความร้อนภายในไมโอไฟลามেন্ট (Myofibril) ซึ่งเป็นส่วนประกอบย่อยของเซลล์กล้ามเนื้อ มีผลทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัว (Muscle twitch หรือ Muscle contraction) ในที่สุด

ขบวนการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นเป็นขั้นตอนติดต่อกันและเกิดขึ้นวนเวียนกันไปเรื่อยๆ เรียกว่า กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Cross bridge cycle) ในแต่ละวงจรจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างไมโอซินและแอคติน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นระยะพัก แอคตินและไมโอซินเป็นอิสระต่อกันเนื่องจากอิทธิพลของเรกูลาโทรีโปรตีน (Regulatory protein) และไม่มีแคลเซียมเป็นตัวก่อให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างแอคตินและไมโอซิน

ขั้นที่ 2 เมื่อแคลเซียมภายในเซลล์สูงขึ้น จะเกิดครอสบริดจ์ (Cross bridge) ระหว่างแอคตินและไมโอซิน พลังงานที่สะสมไว้ในโมเลกุลของไมโอซิน ถูกปล่อยออกมาใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ขั้นที่ 3 กล้ามเนื้อเกิดการหดตัว ในขั้นนี้หัวของไมโอซินยังคงเกาะกับแอคติน เรียกการรวมตัวขณะนี้เป็นไรเกอร์ คอมเพล็กซ์ (Rigor complex)

ขั้นที่ 4 หัวของไมโอซินรวมตัวกับเอทีพี (ATP) 1 โมเลกุล ทำให้หัวของไมโอซินหลุดออกจากแอคติน จากนั้นมีการสลายตัวของเอทีพี ได้เป็น เอดีพีพีไอ (ADP Pi) และพลังงานซึ่งสะสมไว้ในโมเลกุลของไมโอซิน ขั้นนี้กล้ามเนื้อมีการคลายตัว และวงจรย้อนกลับไปที่ขั้นที่ 1

ในแต่ละกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อจะมีการสลายตัวของเอทีพีเพียง 1 โมเลกุล พลังงานที่เกิดขึ้นถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล โดยการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของส่วนหัวของไมโอซิน ในการเกิดกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ละครั้งจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟิลาเมนต์ไปได้ 10 นาโนเมตร และแรงที่เกิดขึ้นมีเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการเกิดกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อนี้จะเกิดวนเวียนติดต่อกันไปเรื่อยๆ หลายๆ ล้านครั้ง เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวและเกิดแรงขึ้น

การหดตัวของกล้ามเนื้อ โครงร่างอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. การหดตัวแบบคงความตึง (Isotonic or Dynamic contraction) เกิดขึ้นเมื่อแรงภายในกล้ามเนื้อมีค่ามากกว่าแรงต้านทานภายนอก เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ความยาว (Length) และความตึงตัว (Tension) ของมันมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เป็นผลให้ทำงานเกิดขึ้น (งาน = แรง x ระยะทาง) การหดตัวชนิดนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 แบบย่อย คือ

1.1 การหดตัวแบบคอนเซนตริก (Concentric contraction) คือ กล้ามเนื้อมีการหดตัวสั้นเข้า มีความตึงตัวสูงขึ้นเพื่อต่อสู้กับแรงต้านทาน เช่น กล้ามเนื้อแขนขณะยกดัมเบล ทำให้เกิดการงอ (Flexion) ที่ข้อศอก

1.2 การหดตัวแบบเอ็กเซนตริก (Eccentric contraction) คือ การทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อกำลังหดตัวสั้นอยู่ และมีแรงภายนอกที่มากกว่าแรงภายในของกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อยอมให้ความยาวเพิ่มขึ้น โดยที่แรงตึงตัวของกล้ามเนื้อยังคงปกติ การทำงานชนิดนี้เปรียบเสมือนเป็นเบรกเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยจะเกิดขึ้นกับการเคลื่อนไหวที่ไปในทิศทางของแรงดึงดูดของโลก กล้ามเนื้อแอนตาโกนิส (Antagonis) จะทำงานเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหว เช่น การนั่งลง กล้ามเนื้อในการเหยียดข้อสะโพกจะทำงานแบบเอ็กเซนตริก (Eccentric) หรือการถือน้ำหนักท่างอข้อศอก 90 องศา และให้ลดระดับลง กล้ามเนื้อในการงอข้อศอกจะทำงาน

2. การหดตัวแบบคงความยาว (Isometric หรือ Static contraction) เกิดขึ้นเมื่อแรงภายในกล้ามเนื้อที่เกิดจากการหดตัวมีค่าเท่ากับแรงต้านทานภายนอก เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยที่ความยาว (Length) ของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีความตึงตัวเพิ่มขึ้น ดังนั้นการหดตัวชนิดนี้จึงไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวแต่อย่างใด จึงไม่มี "งาน" ในแง่ของกลศาสตร์เกิดขึ้น เพราะไม่มีระยะทางนั่นเอง เช่น เมื่อเราก้มลงแล้วเหยียดแขนยกของที่หนัก แต่ไม่สามารถยกของนั้นขึ้นได้ เพราะแรงต้านมีมากกว่า แต่กล้ามเนื้อแขนและขาได้มีการตึงตัวขึ้น แม้ว่าการหดตัวชนิดนี้ไม่ได้งานทางกลศาสตร์ แต่ในทางสรีรวิทยา กล้ามเนื้อได้ทำงาน มีพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาทางเคมี ผลสุดท้ายก็จะได้รับความร้อนเกิดขึ้นเช่นกัน

ในความเป็นจริงกล้ามเนื้อของเรามีการหดตัวทั้ง 2 ชนิด กลับไปกลับมายุ่งตลอดเวลา เช่น เมื่อเราขึ้นขึ้น กล้ามเนื้อขาของเรามีการตึงตัวเพื่อกระชับข้อต่อที่ส่วนล่างของร่างกายให้แน่น นี่คือ



การหดตัวแบบคงความยาว (Isometric หรือ Static contraction) แต่ถ้าเราขยับก้าวเดินหรือยกแขน การหดตัวชนิดใหม่ก็จะอยู่ในรูปของการหดตัวแบบคงความตึง (Isotonic or Dynamic contraction)

#### การระดมการทำงานของหน่วยยนต์ (Order of recruitment of motor unit)

ครูนววรรณ จักรพันธุ์ (2544) ยังได้กล่าวถึงความสำคัญของหน่วยยนต์อีกว่าเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่ระบบการเคลื่อนไหวจะทำงานได้ โดยหน่วยยนต์หนึ่งประกอบด้วย ประสาทยนต์ (Motor nerve) 1 โย พร้อมทั้งจำนวนใยกล้ามเนื้อที่ประสาทยนต์นี้ไปเลี้ยง การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ ซึ่งสั่งงานออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้า (Nerve action potential) จากระบบประสาทส่วนกลาง ดังนั้นเมื่อมีคำสั่งส่งมาจากเซลล์ประสาทจะทำให้ใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์นั้นๆ เกิดการหดตัวพร้อมกันทั้งกลุ่ม ลักษณะของสัญญาณ โดยเฉพาะความถี่จากเซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuron) จะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของกล้ามเนื้อโดยออกฤทธิ์ที่ยืน เช่น เซลล์ประสาทยนต์ที่ควบคุมเส้นใยที่หดตัวช้า (Type I) ก็จะเป็นชนิดนั้นๆ เหมือนกันหมด แต่เนื่องจากกล้ามเนื้อแต่ละมัดของร่างกายจะประกอบขึ้นด้วยหน่วยยนต์จำนวนมากและแต่ละหน่วยยนต์มีคุณสมบัติต่างกัน ดังนั้นในกล้ามเนื้อโครงร่างแต่ละแห่งจะมีทั้งเส้นใยที่หดตัวได้เร็วและหดตัวได้ช้าอยู่ปะปนกัน (Heterogenous) ซึ่งคุณสมบัติของกล้ามเนื้อมัดนั้นจะเป็นอย่างไร ขึ้นอยู่กับชนิดเซลล์กล้ามเนื้อส่วนใหญ่ว่าเป็นชนิดใด เช่น โซลีส (Soleus) เป็นกล้ามเนื้อที่ช้ากว่าหดตัวช้า จะมีเส้นใยที่หดตัวช้าอยู่ 80-90% และหดตัวเร็วอยู่ 10-20% คุณสมบัติของเซลล์ประสาทยนต์ และเส้นใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์แต่ละชนิดแตกต่างกัน ในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า (Type I) เซลล์ประสาทสั่งการจะมีขนาดเล็ก มีระดับกั้น (Threshold) ต่ำ ถูกกระตุ้นโดยง่าย ส่วนในหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (Type II) นั้น เซลล์ประสาทสั่งการมีขนาดใหญ่ มีระดับกั้นสูง ถูกกระตุ้นยาก โดยเฉพาะชนิดหดตัวเร็วบี (Type IIb) ถูกกระตุ้นยากที่สุด ดังนั้นเมื่อทำงานหนักขึ้นหน่วยยนต์ที่จะมาช่วยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า คือชนิดหดตัวเร็วเอ (Type IIa) เมื่อแรงกระตุ้นสูงขึ้นถึงอีกระดับหนึ่งจะถึงระดับกั้นของชนิดหดตัวเร็วบี (Type IIb) หน่วยยนต์เส้นใยในกลุ่มนี้จึงจะถูกกระตุ้นให้ออกมาทำงาน การพัฒนาความสามารถในการระดมความพร้อมเพียงในการทำงานของหน่วยยนต์นี้จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการฝึกฝนในนักกีฬาอย่างไรก็ดี ยังพบว่าในกล้ามเนื้อมัดเดียวกัน ก็ยังมีความแตกต่างกันในการกระจายของชนิดใยกล้ามเนื้อ และในบุคคลต่างๆ ก็ยังมีการกระจายของใยกล้ามเนื้อแตกต่างกันไปด้วย แต่อาจกล่าวได้ว่านักกีฬาที่ต้องอาศัยความอดทน มีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ามากกว่า ส่วนนักกีฬาที่ไม่ต้องการความอดทน จะมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมากกว่า



## แนวคิดการรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

เอบบิน และ วัตต์ (Ebben and Watts, 1998) ได้สำรวจเอกสารต่างๆที่ได้มีผู้กล่าวถึง การรวมกันระหว่างการฝึกพลัยโอเมตริกกับการฝึกด้วยน้ำหนักดังนี้

ชมิท ไบลเชอร์ (Schmidtbleicher, 1992) ลงความเห็นว่า ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ กับพลังกล้ามเนื้อ ไม่ได้แยกจากกันอย่างแท้จริง และพลังกล้ามเนื้อก็เป็นผลมาจากการใช้วิธีการฝึก เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้สูงสุด และการฝึกโดยใช้วงจรเหยียด - ตื้น

ยัง (Young, 1993) เสนอแนะว่า คนเราต้องการที่จะฝึกทั้งแบบที่ใช้น้ำหนักมากและแบบที่ใช้น้ำหนักน้อย เพื่อพัฒนาการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง

วิลสัน และคณะ (Wilson et al., 1993) เสนอแนะว่า การฝึกด้วยน้ำหนักตามประเพณีนิยม การฝึกพลัยโอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักแบบเคลื่อนที่ (Dynamic weight training) ควรจะนำมา รวมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของนักกีฬา

สโตน (Stone, 1993) เชื่อว่าในการฝึกจะต้องเน้นไปที่การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความเร็วในระยะสุดท้ายของการฝึก ซึ่งในการฝึกนั้นจะต้องใช้ความเร็วเฉพาะ และเหมาะสมกับความเร็วในการแข่งขัน ยิ่งไปกว่านั้นการฝึกความแข็งแรงโดยใช้น้ำหนักมากเพียงอย่างเดียวจะทำให้ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในระยะเริ่มแรกของการฝึก แต่จะมีผลทำให้ลดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อในระยะหลังๆ

นิวตัน และ เครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่า วิธีการฝึกแบบผสม (Mixed – method training) กับการฝึกด้วยน้ำหนักแต่เพียงอย่างเดียว สามารถฝึกได้ทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ

เยสซิส (Yessis, 1995) กล่าวว่ากีฬาส่วนใหญ่ต้องการการรวมกันระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกับความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ ส่วนจะสัมพันธ์กันเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของกีฬา และตำแหน่งที่เล่น

ชู (Chu, 1996) ได้เน้นย้ำถึงความสัมพันธ์ของการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก และแนะนำว่าการฝึกโดยใช้แรงต้าน ตามอุดมคติแล้วเป็นสิ่งที่คู่กับการฝึกพลัยโอเมตริก

## รูปแบบการฝึกพลัยโอเมตริกรวมกับการฝึกด้วยน้ำหนัก

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพัฒนาได้โดยการฝึกด้วยน้ำหนัก ส่วนพลังกล้ามเนื้อนั้นพัฒนาได้โดยการฝึกทั้งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก ซึ่งจำเป็นต้องมีความแข็งแรงของ

กล้ามเนื้อเป็นพื้นฐานการฝึกด้วยน้ำหนักเป็นการเตรียมตัวก่อนที่จะฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อลดการบาดเจ็บ พัฒนาความแข็งแรงพื้นฐาน และเตรียมความพร้อมของระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก ให้รับแรงกระแทกที่หนักได้ ด้วยเหตุนี้ใน โปรแกรมการฝึกสำหรับนักกีฬาประเภทที่จำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อมาก จึงต้องมีทั้งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก แต่เนื่องจากทั้งสองอย่างต่างก็เป็นกิจกรรมที่หนัก จึงไม่นิยมนำมาฝึกในวันเดียวกัน แต่เนื่องจากการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกต่างก็มีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ดังนั้นในระยะเวลาหลังๆที่ผ่านมา จึงได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งสามารถแบ่งออกมาได้ 3 รูปแบบดังนี้

#### 1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนัก (Combined plyometric training and weight training)

เป็นการรวมกันในลักษณะที่ฝึกตาม โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยการฝึกตาม โปรแกรมการฝึกน้ำหนักในวันเดียวกัน หรือรวมกันในลักษณะการฝึกตาม โปรแกรมการฝึกน้ำหนักก่อนแล้วตามด้วยการฝึกตาม โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกในวันเดียวกัน หรือรวมกัน ในลักษณะฝึกตาม โปรแกรมฝึกพลัยโอเมตริกคนละวันกับการฝึกตาม โปรแกรมการฝึกน้ำหนัก ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการรวมกันใดก็ตาม ผลการวิจัยพบว่า มีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่า การฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว (Adams et al., 1992 and Luaber, 1993) การรวมกันระหว่างการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกด้วยพลัยโอเมตริก จึงเปรียบเสมือนการรวมกันของพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจาก โปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักและพลังกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน ถึงแม้จะ ไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบว่า การฝึกตาม โปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักก่อนหรือการฝึกตาม โปรแกรมการฝึกพลัยโอเมตริกก่อนจะมีผลทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่า แต่ในการวิจัยส่วนใหญ่แล้วนั้นมักจะให้มีการฝึกตาม โปรแกรมพลัยโอเมตริกก่อนแล้วตามด้วยการฝึกตาม โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักในวันเดียวกัน โดยอาศัยแนวคิดที่ว่า การฝึกพลัยโอเมตริก นั้นจะต้องฝึกในขณะที่กล้ามเนื้อมีความสดชื่น และ ไม่มีอาการเมื่อยล้า การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ได้ทั้งกล้ามเนื้อส่วนบนและกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย

#### 2. การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก (Plyometric training with weight)

เป็นการรวมกันในลักษณะที่เป็นรูปแบบหนึ่งของการฝึกพลัยโอเมตริก แต่ใช้น้ำหนักจากภายนอกเพิ่มเข้าไปโดยการแบกน้ำหนัก 30% ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อซึ่งผลการวิจัยพบว่าทำให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นมากกว่าการฝึกด้วยน้ำหนักหรือการฝึกด้วยพลัยโอเมตริกเพียงอย่างเดียว และยังได้เรียกวิธีฝึกแบบนี้ว่าการฝึกแบบพลังสูงสุด (Wilson et al., 1993)



### 3. การฝึกเชิงซ้อน (Complex training)

เป็นการรวมการฝึกสองชนิดโดยมีการฝึกด้วยน้ำหนักและตามด้วยการฝึกพลัย โอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก โดยอาศัยแนวคิดที่ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด “Type IIb” และทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด “Type IIc” ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด “Type IIb” ซึ่งหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนัก อาจจะให้เป็นการฝึกพลัย โอเมตริก หรือการฝึกความเร็ว หรือการฝึกเฉพาะทักษะกีฬา อย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจจะทั้งหมดก็ได้ โดยอาศัยหลักการของพลัย โอเมตริก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด - สั้น (Stretch - shorten cycle) นั่นก็คือการให้กล้ามเนื้อที่มีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) อย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างเต็มที่ ซึ่งจะมีผลทำให้การหดตัวแบบความยาวลดลงได้แรงเพิ่มมากขึ้น สามารถนำทักษะการเคลื่อนไหวของกีฬาต่างๆ มาฝึกในลักษณะของการฝึกพลัย โอเมตริกเพื่อใช้พลังกล้ามเนื้อที่พัฒนาขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อนในการเล่นกีฬาได้ทันที (Chu, 1996) ดังนั้น ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬา โปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬานั้น โดยใช้ทำการฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬาประเภทนั้นๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

#### ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อน

ชู (Chu, 1996) กล่าวว่า ในร่างกายมนุษย์นั้นมีทั้งเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วและเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าเรียกว่าชนิด “Type I” ซึ่งสามารถออกแรงเกือบสูงสุดได้ในระยะเวลาอันยาวนาน เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ออกซิเจน เช่น การวิ่งระยะไกล เป็นต้น ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว นั้น แบ่งออกเป็นชนิด “Type IIa” และชนิด “Type IIb” ซึ่งสามารถออกแรงสูงสุดได้ในระยะเวลาอันสั้น เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทำงานแบบใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อ เช่น นักกีฬาฟุตบอล และนักวิ่งระยะสั้น เป็นต้น ความแตกต่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดนี้ก็คือ ชนิด “Type IIa” มีความอดทนในการหดตัวมากกว่า ในขณะที่ชนิด “Type IIb” มีความเร็วในการหดตัวมากกว่า ในกีฬาหลายชนิดที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วทั้งสองชนิดที่ถูกใช้งาน ซึ่งชนิด “Type IIb” จะหดตัวก่อน เมื่อเกิดความเมื่อยล้าแล้ว ชนิด “Type IIa” ก็จะหดตัวแทนต่อไป นอกจากนั้นยังมีเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด “Type IIc” ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทำงานได้ทั้งแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว และแบบเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก

ถึงแม้จะถือได้ว่านักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้อจะต้องมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวช้าก็ตาม แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัว



ได้เร็วช่วยให้ นักกีฬาสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็วและในลักษณะเป็นแรงระเบิด เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้าจะทำหน้าที่รักษาความมั่นคงและท่าทางของนักกีฬาในลักษณะที่ทำการเคลื่อนไหว ทำให้เป็นการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์

ในบริบทของการฝึกเชิงซ้อนนั้น เป้าหมายหลักของนักกีฬาประเภทที่ใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังกล้ามเนื้ออีกคือ เน้นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIb" เป็นสำคัญ และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIc" ได้พัฒนาให้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIb" แม้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIa" จะเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว แต่ก็มักจะไม่ค่อยมีประโยชน์ต่อกีฬาหลายชนิด บางชนิด เช่น นักยกน้ำหนัก และนักเพาะกาย ซึ่งได้ทำการฝึกเพื่อพัฒนาเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIa" เป็นอย่างมาก แต่ก็ไม่สามารถที่จะแสดงความแข็งแรงที่เกิดขึ้นมานั้นในลักษณะของการเคลื่อนไหวที่รวดเร็วได้ อีกตัวอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งแรงของกลุ่มกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ (Hamstring) ซึ่งมีความสำคัญเป็นอันดับแรกของนักวิ่งระยะสั้นและกลุ่มกล้ามเนื้อนี้จะประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIb" เป็นส่วนใหญ่ สามารถพิสูจน์ได้ว่ากลุ่มกล้ามเนื้อแฮมสตริงส์ของนักวิ่งระยะสั้นจะพัฒนาขึ้นมากกว่าของนักเพาะกายอย่างเห็นได้ชัด

ในการฝึกโดยใช้แรงต้านที่นำมาเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกเชิงซ้อนนั้น จะทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความมั่นคงเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนานักกีฬาในภาพรวมทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการบาดเจ็บอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ในขณะที่นักกีฬามีสมรรถภาพทางกายสูงขึ้นนั้น จะต้องลดปริมาณของการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIa" ลง และเน้นที่การทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIb"

โดยสรุป การฝึกเชิงซ้อนได้อาศัยแนวคิดที่ว่า การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIb" และทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIc" ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด "Type IIb" ซึ่งหลังจากการฝึกด้วยน้ำหนักให้ใช้พลัยโอเมตริกทันทีในแต่ละชุดของการฝึก หรือจะเป็นการฝึกเฉพาะเจาะจงกับทักษะกีฬานั้นๆก็ได้ ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดด้วยท่าทางที่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกับท่าของการฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้กระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรก นักกีฬาสามารถนำทักษะการเคลื่อนไหวของกีฬาต่างๆมาฝึกในลักษณะของการฝึกพลัยโอเมตริกเพื่อใช้พลังกล้ามเนื้อที่พัฒนาขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อนในการเล่นกีฬาได้ทันที (Chu, 1996) ดังนั้น ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬานั้น โปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับทักษะของชนิดกีฬานั้นๆ โดยใช้ทำการฝึกที่ใกล้เคียงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ซู (Chu, 1996) ได้เสนอแนะกระบวนการ 2 ชั้น ของการฝึกเชิงซ้อน (Complex training) ซึ่งในแต่ละชั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการฝึกด้วยน้ำหนักโดยใช้ความหนักในระดับสูง ซึ่งเป็นการฝึกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด “Type IIb” และให้เส้นใยกล้ามเนื้อชนิด “Type IIc” ได้ทำงานแบบเส้นใยกล้ามเนื้อชนิด “Type IIb”

ขั้นที่ 2 เป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อได้ทำงานด้วยความเร็วที่สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการฝึกด้วยน้ำหนักในแต่ละชุดแล้ว อาจจะเป็นการฝึกพลัยโอเมตริก หรือการฝึกความเร็ว หรือการฝึกเฉพาะทักษะกีฬา อย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจจะทั้งหมดก็ได้ โดยอาศัยหลักการของพลัยโอเมตริก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด – ตึง (Stretch – shorten cycle) นั่นก็คือการให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) อย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างเต็มที่ ซึ่งจะมีผลทำให้การหดตัวแบบความยาวลดลงได้แรงเพิ่มมากขึ้น ในการฝึกขั้นนี้จะใช้ท่าที่เสมอเหมือนกับการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อการกระตุ้นกล้ามเนื้อในขั้นแรกแล้ว

ซู (Chu, 1996) และเวอ โคซานสกี (Verkhoshansky, 1986) ได้ลงความเห็นว่ากลไกการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุดที่เกิดจากการฝึกเชิงซ้อน คือ ประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) ซึ่งการฝึกด้วยน้ำหนักในระดับสูง จะเป็นการเพิ่มการกระตุ้นเส้นใยประสาทและการเสริมฤทธิ์ของรีเฟล็กซ์ (Reflex potentiation) ซึ่งจะเกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการฝึกพลัยโอเมตริกที่ตามมา ความเมื่อยล้าที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักจะเป็นแรงกระตุ้นให้ระบบหน่วยยนต์มาทำงานเพิ่มขึ้นในช่วงของการฝึกพลัยโอเมตริก

เอบบิน และวัตต์ (Ebben and Watts, 1998) กล่าวว่า ปัจจุบันนี้ยังเป็นการยากในการให้คำอธิบายที่เชื่อถือได้ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากการฝึกเชิงซ้อน ในทางทฤษฎีนั้น มีองค์ประกอบต่างๆที่มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยานี้ ได้แก่

- ประสาทกล้ามเนื้อ
- ฮอร์โมน
- การเผาผลาญอาหาร
- การสร้างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
- การเรียนรู้ทางกลไก

เอบบิน และวัตต์ (Ebben and Watts, 1998) ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกเชิงซ้อนที่ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ดังนี้

1. การฝึกเชิงซ้อน เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องจัดไว้ในโปรแกรมการฝึกซ้อม ซึ่งนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงพื้นฐาน โดยการฝึกด้วยน้ำหนักมาก่อน และควรจะใช้การฝึกพลัยโอเมตริกโดยใช้ความหนักในระดับต่ำควบคุมไปด้วยในระยะเตรียม และเริ่มมีการจับคู่ท่าฝึกของการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกมาฝึกในลักษณะของการฝึกเชิงซ้อน ได้ตั้งแต่ระยะก่อนการแข่งขัน



แล้วค่อยๆปรับกิจกรรมของการเคลื่อนไหวในการฝึกเชิงซ้อนให้เหมือนกับการเคลื่อนไหวในการแข่งขันจริง อีกทั้งยังเป็นการประหยัดเวลาและเพิ่มความหลากหลายของการฝึกในระยะแข่งขันอีกด้วย

2. ความหนักและปริมาณของการฝึกที่ใช้ในการฝึกเชิงซ้อนนั้นจำเป็นต้องใช้ความหนักในระดับสูงทั้งการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริก ในปริมาณที่ไม่มากเพื่อป้องกันความเมื่อยล้าที่มากเกินไปจนนักกีฬาไม่สามารถมุ่งความสนใจไปยังกิจกรรมการฝึกได้ ควรอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ชุด โดยในแต่ละชุดมีการฝึกด้วยน้ำหนัก 2 ถึง 8 ครั้ง และฝึกพลัยโอเมตริก 5 ถึง 15 ครั้ง

3. การเลือกท่าฝึกที่นำมาใช้ในการฝึกเชิงซ้อน ควรคำนึงถึงหลักการทางด้านชีวกลศาสตร์และความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ต้องการในกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกของการฝึกด้วยน้ำหนักนั้นควรเป็นท่าฝึกที่ใช้หลายข้อต่อ และตามด้วยท่าฝึกของการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะเดียวกัน นอกจากนั้นควรมีการใช้ท่าฝึกที่ใช้แขนหรือขาเพียงข้างเดียวเพื่อให้มีการกระตุ้นหน่วยยนต์เต็มที่

4. ความถี่ของการฝึกและเวลาพักในการฝึกเชิงซ้อน ควรฝึก 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการพักระหว่างการฝึกแต่ละครั้ง 48-96 ชั่วโมง เพื่อเป็นการป้องกันกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกนั้นมีเวลาพักไม่เพียงพอ การฝึกเชิงซ้อนในระยะก่อนการแข่งขันมีการฝึก 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ และระยะแข่งขันจะลดลงเหลือ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยการใช้ความหนักในระดับสูงและปริมาณที่ไม่มาก

5. ลำดับของท่าในการฝึกเชิงซ้อน ที่เริ่มจากการฝึกด้วยน้ำหนักก่อนนั้นก็เพื่อเพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทให้มีการระดมหน่วยยนต์จำนวนมาก และเมื่อตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกทันทีก็จะทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อมาก ทั้งที่การฝึกเชิงซ้อนที่ใช้หลายข้อต่อด้วยกันนี้ควรจะต้องมีการฝึกก่อนกิจกรรมอื่นๆ เพื่อแน่ใจว่านักกีฬาได้ฝึกในกิจกรรมที่อยู่ในระดับความหนักที่ต้องการจริงๆ

6. เวลาพักหลังจากสิ้นสุดการฝึกด้วยน้ำหนักแล้วตามด้วยการฝึกพลัยโอเมตริกในทันทีภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาที เพื่อใช้ประโยชน์จากการระดมหน่วยยนต์จำนวนมากนั้น เมื่อจบการฝึก 1 ชุดในลักษณะของการฝึกเชิงซ้อนแล้ว ใช้เวลาพัก 2-10 นาที

เอบบิน (Ebben, 2002) ยังได้ศึกษาเพิ่มเติมและสรุปไว้ว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นที่นิยมโดยรวมเอาการฝึกด้วยน้ำหนักกับการฝึกพลัยโอเมตริกเข้าด้วยกัน มีรายงานว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อและความสามารถของนักกีฬาให้ดีขึ้น จากการวิจัยยังได้แนะนำอีกว่า การฝึกเชิงซ้อนมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของงาน (Ergogenic) แบบเฉียบพลันระยะยาว และควรใช้ความหนักในระดับสูงในการฝึกด้วยน้ำหนัก

โดยสรุปแล้วผู้ฝึกสอนและนักวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีชื่อเสียงทั้งหลายต่างเห็นพ้องต้องกันว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นวิธีการฝึกที่มีประโยชน์และอาจจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้ออีกด้วย



ชู (Chu, 1996) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะเวลาของการฝึกเชิงซ้อนออกเป็นสี่ระยะ คือ

1. ระยะเตรียม (Preparation phase) ใช้เวลา 2-6 สัปดาห์

	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	60 – 70% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริกระดับที่ 1
จำนวนครั้ง	10 – 15 ครั้ง	10 – 12 ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 4 ชุด	2 – 3 ชุด

2. ระยะก่อนการแข่งขัน (Precompetition phase) ใช้เวลา 8 – 12 สัปดาห์

ระยะแรก

	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	70 – 85% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริกระดับที่ 1
จำนวนครั้ง	6 – 10 ครั้ง	10 – 12 ครั้ง
จำนวนชุด	3 ชุด	3 ชุด

ระยะหลัง

	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	70 – 85% ของหนึ่งอาร์เอ็ม	พลัยโอเมตริกระดับที่ 1
จำนวนครั้ง	4 – 6 ครั้ง	5 – 10 ครั้ง
จำนวนชุด	4 ชุด	4 ชุด

3. ระยะแข่งขัน (Competition phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์

	ฝึกด้วยน้ำหนัก	ฝึกพลัยโอเมตริก
ความหนัก	80 – 100% 1RM	พลัยโอเมตริกระดับที่ 2
จำนวนครั้ง	1 – 3 ครั้ง	5 – 6 ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 5 ชุด	3 – 5 ชุด

4. ระยะส่งผ่าน (Transition phase) หรือระยะเวลาของการพัก โดยมีกิจกรรม (Active rest)

ซึ่งเป็นการหลีกเลี่ยงจากโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนในระยะเวลาหนึ่ง โดยใช้กิจกรรมเบาๆ ที่ใช้ระบบพลังงานแบบแอโรบิก และเตรียมตัวเข้าสู่ระยะเวลาของการฝึกในปีต่อไป

แนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ

ในส่วนของแนวคิดเกี่ยวกับการวางแผนระยะยาวของการฝึกกล้ามเนื้อ ได้มีผู้ให้แนวคิดพอสรุปได้ดังนี้

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

สโตน และ โอไบรอันท์ (Stone and O'Bryant, 1987) ได้เสนอแนะให้แบ่งช่วงเตรียม (Preparatory period) ออกเป็นสามระยะดังนี้

#### 1. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase)

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

#### 2. ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength phase)

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

#### 3. ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Power phase)

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

บอมปา (Bompa, 1993) ได้เสนอแนะการวางแผนระยะยาวของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และพลังกล้ามเนื้อ โดยแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ดังนี้

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

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

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

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

สำหรับกีฬาประเภทที่ไม่ต้องการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่น กีฬาที่มีการแบ่งรุ่น โดยน้ำหนักตัว ก็ไม่ต้องฝึกในระยะที่ 2 นี้

3. ระยะพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum strength phase) ใช้เวลา 9 สัปดาห์

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



#### 4. ระยะการเปลี่ยน (Conversion phase)

หลังจากได้พัฒนาความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อแล้วจะเปลี่ยนความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อไปเป็นพลังกล้ามเนื้อในลักษณะต่างๆ ที่ต้องการใช้ในการแข่งขันกีฬาแต่ละชนิด ดังนี้

##### 4.1 พลังกล้ามเนื้อ (Power) ใช้เวลา 4 – 5 สัปดาห์

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

##### 4.2 พลังความอดทนของกล้ามเนื้อ (Power endurance) ใช้เวลา 4 – 6 สัปดาห์

ความหนัก	50 – 70 %	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนท่าฝึก	2 – 3	ท่า
จำนวนครั้ง	15 – 30	ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 4	ชุด
เวลาพัก	5 – 7	นาที
จังหวะการยก	เร็วมาก	
ความถี่ของการฝึก	2 – 3	ครั้งต่อสัปดาห์

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

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

วาเซน และ โรล (Wathen and Roll, 1994) ได้เสนอแนะให้แบ่งช่วงเวลาของการฝึกออกเป็นสามช่วง (Period) ซึ่งมีการฝึกเฉพาะในส่วนของการฝึกด้วยน้ำหนัก มีดังนี้

1. ช่วงเตรียม (Preparatory period) แบ่งเป็นสามระยะ คือ

1.1 ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ / ความอดทน (Hypertrophy / Endurance phase) ใช้เวลา 1 – 6 สัปดาห์ ใช้ความหนักในระดับต่ำและจำนวนครั้งมากวัตถุประสงค์ของการฝึกในระยะนี้ก็คือ พัฒนาการอดทนของระบบกล้ามเนื้อและระบบการเผาผลาญอาหาร (Metabolic)

1.2 ระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength phase) ใช้ความหนักเกินกว่า 80 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรืออยู่ระหว่างห้าอาร์เอ็มถึงแปดอาร์เอ็ม

1.3 ระยะพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ (Power phase) ใช้ความหนักเกินกว่า 90 % ของหนึ่งอาร์เอ็ม หรืออยู่ระหว่างสองอาร์เอ็มถึงสี่อาร์เอ็ม

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

3. ช่วงการส่งผ่าน (Transition period) เป็นช่วงที่ไม่มีความเครียดจากการฝึก หรือการแข่งขัน ใช้การฝึกเป็นกิจกรรมนันทนาการที่มีความหนักในระดับต่ำ และจำนวนครั้งน้อย

แมคอาร์ดีล แคทซ์ และแคทซ์ (McArdle, Katch and Katch, 1996) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะเวลาของการฝึกความแข็งแรงในระยะเวลาหนึ่งปี ออกเป็นสี่ระยะ คือ

1. ระยะเตรียม (Preparation phase) ใช้เวลา 3 เดือน

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

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

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

3. ระยะแข่งขัน (Competition phase) ใช้เวลา 3 เดือน

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



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

เพียร์สัน (Pearson, 1999) ได้เสนอแนะให้แบ่งระยะของการฝึกด้วยน้ำหนัก ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ดังนี้

1. ระยะเตรียมทั่วไป (General preparatory phase) ใช้เวลา 2 สัปดาห์
 

ความหนัก	12	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	3	ชุด
เวลาพัก	60 – 120	วินาที
2. ระยะพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Hypertrophy phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์
 

ความหนัก	8 – 10	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	3	ชุด
เวลาพัก	45 – 90	วินาที
3. ระยะพัฒนาความแข็งแรง (Strength phase) ใช้เวลา 4 สัปดาห์
 

ความหนัก	6 – 8	อาร์เอ็ม
จำนวนชุด	3 – 4	ชุด
เวลาพัก	1 – 2	วินาที
4. ระยะความแข็งแรงและพลังสูงสุด (Peak phase) ใช้เวลา 2 สัปดาห์
 

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

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

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

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

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

ความหนัก	70 – 80%	ของห้าอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5	ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 4	ชุด
  
3. วงจรความแข็งแรงและพลัง (Strength & power cycle) ใช้เวลา 3 – 4 สัปดาห์
 

ความหนัก	80 – 90%	ของห้าอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 3	ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 3	ชุด
  
4. วงจรพลังสูงสุด (Peak power cycle) ใช้เวลา 2 – 3 สัปดาห์
 

ความหนัก	ตั้งแต่ 90%	ขึ้นไป	ของหนึ่งอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	5		ครั้ง
จำนวนชุด	3 – 4		ชุด
  
5. วงจรแข่งขันหรือคงสภาพ (Competitive or Maintenance cycle) ใช้เวลา 12 สัปดาห์
 

ความหนัก	70 – 90%	ของสามอาร์เอ็ม
จำนวนครั้ง	2 – 7	ครั้ง
จำนวนชุด	2 – 3	ชุด
  
6. วงจรพักโดยมีกิจกรรม (Active rest cycle) ใช้เวลา 2 – 8 สัปดาห์

ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น จำเป็นต้องมีการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วออกมาให้มากที่สุด ดังนั้นจึงต้องใช้ความหนักตั้งแต่ 90% ขึ้นไป ของหนึ่งอาร์เอ็ม ซึ่งในขณะที่ยกนั้นต้องคิดถึงความแข็งแรง และความเร็ว เพื่อให้การทำงานของกล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพมากที่สุด และการฝึกในวงจรพลังสูงสุดนั้น ไม่ควรใช้เวลาในการฝึกเกินกว่า 3 สัปดาห์

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

จากการที่มีผู้ศึกษาพบว่า การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นในระยะ 3 – 4 สัปดาห์แรกของการฝึกนั้น เกิดจากการปรับตัวของระบบประสาท (Neurological adaptations) เป็นสำคัญ ส่วนการพัฒนาขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อนั้น จะสังเกตได้ชัดหลังจากการฝึก 8 – 12



สัปดาห์ สำหรับทำฝึกเพื่อพัฒนากล้ามเนื้อมัดใหญ่ นั้น ควรจะนำมาใช้เป็นทำฝึกในลำดับแรกของการฝึกในแต่ละวัน และทำฝึกในลักษณะดังกล่าว ได้แก่ ทำแบกน้ำหนักย่อตัว ควรจะนำมาใช้ในโปรแกรมการฝึกไม่เกินสองครั้งต่อสัปดาห์

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

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนครั้งของการยกกับความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม

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

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

ตารางที่ 3 แสดงความหนักคิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็ม จำนวนครั้งเป้าหมายและจำนวนชุดที่ใช้ ในการฝึกกล้ามเนื้อ ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

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

บีเคิล เอ็ด และวาเรน ได้อธิบายว่า ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อนั้น ความหนักที่ใช้ในการฝึกที่คิดเป็น % ของหนึ่งอาร์เอ็มจะสอดคล้องกับจำนวนครั้งของการยก ส่วนการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ความหนักคาบเกี่ยวอยู่กับความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความหนักที่ใช้ในการพัฒนาขนาดของกล้ามเนื้อนั้น จำนวนครั้งของการยกจะลดลง เนื่องจากในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อต้องการให้ยกด้วยความเร็วเต็มที่ทุกครั้ง ดังนั้นจึงให้ความสำคัญกับคุณภาพของการยกมากกว่าปริมาณของการยกในแต่ละชุด

#### หลักของการฝึก (Principle of training)

บอมปา (Bompa, 1993) ได้กล่าวถึงหลักการฝึกไว้ ดังนี้

##### 1. หลักของความหลากหลายในการฝึก (Principle of variety)

ความหลากหลายในการฝึกเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาการฝึกเพราะจะเป็นผลดีต่อร่างกายและจิตใจของนักกีฬา การฝึกที่ซ้ำกันนั้น นักกีฬาจะเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากฝึก การให้ความหลากหลายรูปแบบการฝึกที่เหมาะสมกับการพัฒนาการเคลื่อนไหวช่วงเวลาก่อนการแข่งขัน ในช่วงระหว่างการแข่งขัน หรือจบฤดูกาลแข่งขัน ความหลากหลายในการใช้น้ำหนักในการฝึกที่สอดคล้องกับหลักการเพิ่มน้ำหนักแบบก้าวหน้าในการฝึก ความหลากหลายในชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความหลากหลายในเรื่องของความเร็วในการหดตัว ตามโปรแกรมและช่วงของการฝึก และความหลากหลายในเรื่องของเคลื่อนมือที่ใช้ฝึก ความหลากหลายในระยะการฝึกตามแผนการฝึก จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกมากขึ้น



## 2. หลักของความแตกต่างของบุคคล (Principle of individualization)

ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการฝึก ที่จะคำนึงถึง คือระดับความสามารถของแต่ละบุคคล และพื้นฐานของการฝึกในแต่ละบุคคล ดังนั้นการฝึกในแต่ละบุคคลแม้จะเล่นกีฬาชนิดเดียวกัน การฝึกก็อาจไม่เหมือนกัน

## 3. หลักของความเฉพาะเจาะจง (Principle of specificity)

การฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงที่จะพัฒนาความแข็งแรงในชนิดกีฬานั้นๆ จึงต้องเลือกโปรแกรมการฝึกความแข็งแรงให้เหมาะสมต่อกิจกรรมการเคลื่อนไหว หรือทักษะกีฬาซึ่งควรพิจารณาดังนี้ คือ ระบบพลังงานหลักที่ต้องใช้ในชนิดกีฬานั้นๆ การเลือกฝึกเพื่อพัฒนาพลังงานเนื้อ จะต้องให้สอดคล้องตรงกับการใช้พลังงาน เช่น เลือกการฝึกเพื่อที่จะใช้ในกีฬาที่ใช้ความเร็ว เช่น วิ่ง ฟุตบอล รักบี้ฟุตบอล ก็จะต้องฝึกพลังงานเนื้อเป็นหลักให้ตรงกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ใช้งาน

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

ความก้าวหน้าของการเพิ่มน้ำหนักในการฝึก เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวางแผนการฝึกของนักกีฬา ซึ่งควรคำนึงถึง ระดับความสามารถของนักกีฬาแต่ละคนด้วย

ในการฝึกนักกีฬาจึงต้องคำนึงถึงหลักการข้างต้นเพื่อประสิทธิภาพ และประโยชน์ต่างๆที่จะเกิดขึ้นกับนักกีฬาก็จะ ได้มาจากการฝึกอย่างแท้จริง

## การเร่งความเร็ว และการฝึกเพื่อพัฒนาการเร่งความเร็ว

ไวเนค (Weineck, 1990) ได้วิเคราะห์กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ออกแรงทำให้เกิดการเคลื่อนที่บริเวณข้อต่อต่างๆของขา โดยเรียงลำดับจากกล้ามเนื้อมัดที่ออกแรงมากไปหาน้อย ตามลำดับ ดังนี้

- กล้ามเนื้อกดูเทียส แมกซิมัส (Gluteus maximus)
- กล้ามเนื้ออะดักเตอร์ แมกนัส (Adductor magnus)
- กล้ามเนื้อเซมิเมมเบร โนซัส (Semimembranosus)
- กล้ามเนื้อเซมิเทนดิโนซัส (Semitendinosus)
- กล้ามเนื้อกดูเทียส มีเดียส (Gluteus medius)
- กล้ามเนื้อควอคราทัส ฟีมอริส (Quadratus femoris)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อควอคริเซพซ์ ฟีมอริส (Quadriceps femoris)

- กล้ามเนื้อเทนเซอร์ ฟาสเชีย ลาตี (Tensor fasciae latae)

กลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ประกอบด้วย

- กล้ามเนื้อแกสทรอกนีเมียส (Gastrocnemius)
- กล้ามเนื้อโซเลียส (Soleus)
- กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์ ฮอลลูซิส ลองกัส (Flexor hallucis longus)
- กล้ามเนื้อเฟลกเซอร์ ดิจิโอรัม ลองกัส (Flexor digitorum longus)
- กล้ามเนื้อทีเบียลิส โปสทีเรีย (Tibialis posterior)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส ลองกัส (Peroneus longus)
- กล้ามเนื้อเพอโรเนียส เบรวิส (Peroneus brevis)

ไวเนค ยังได้สรุปผลจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อว่า ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก มีกล้ามเนื้อกลูเทียส แมกซิมัส เป็นกล้ามเนื้อมัดหนึ่งที่แข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดสะโพก ได้แก่ ในขณะที่ยกตัวขึ้นสู่ท่าปกติจากท่าย่อตัวในนักวิ่ง และในขณะที่กระโดด ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดเข่า มีกล้ามเนื้อควอดริเซพซ์ ฟีมอริส เป็นกล้ามเนื้อมัดใหญ่ที่สุดและแข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือเหยียดเข่า ประกอบด้วยกล้ามเนื้อทั้งหมด 4 มัด คือ กล้ามเนื้อเรกทัส ฟีมอริส (Rectus femoris) กล้ามเนื้อแอสทัส มีเดียลิส (Vastus medialis) กล้ามเนื้อแอสทัส แลทเทอราลิส (Vastus lateralis) และกล้ามเนื้อแอสทัส อินเทอมีเดียส (Vastus intermedius) โดยที่กล้ามเนื้อเรกทัส ฟีมอริส ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ และนอกจากจะทำหน้าที่เหยียดเข่าแล้ว ยังทำหน้าที่งอสะโพกอีกด้วย ในกลุ่มกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่า นั้น มีกล้ามเนื้อแกสทรอกนีเมียส เป็นกล้ามเนื้อหลักและประกอบด้วยเส้นใยที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ มีหน้าที่หลักคือ การเหยียดข้อเท้าเพื่อยกเท้าให้พ้นพื้น

จากข้อสรุปของไวเนคจะเห็นได้ว่า ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็ว จะต้องพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่า และกล้ามเนื้อเหยียดข้อเท้า ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อของกล้ามเนื้อเหล่านี้จะต้องใช้ความหนักในระดับที่สามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมาทำงานได้

อัมเบอร์เกอร์ (Umberger, 1998) ได้สรุปกายวิภาคของขาที่แสดงให้เห็นถึงข้อเท็จจริงสองประการ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องมากต่อประสิทธิภาพของการทำงาน โดยใช้พลังระเบิดของกล้ามเนื้อคือ

1. กล้ามเนื้อของขาหลายมัดที่ทอดข้ามข้อต่อมากกว่าหนึ่งข้อต่อ ซึ่งมีกล้ามเนื้อที่สำคัญ ได้แก่ เรกทัส ฟีมอริส แอสทริงต์ซึ่งประกอบด้วยเซมิเมมเบร โนซัส เซมิเทนดิโนซัส และไบเซพซ์ ฟีมอริส และแกสทรอกนีเมียส กล้ามเนื้อเรกทัส ฟีมอริส ทอดข้ามข้อสะโพกและเข่าทางด้านหน้า มีหน้าที่งอสะโพกและเหยียดเข่า กล้ามเนื้อแอสทริงต์ ทอดข้ามข้อสะโพกและเข่า



ด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดสะโพกและงอเข่า และกล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียส ทอดข้ามเข่าและข้อเท้า  
ด้านหลัง มีหน้าที่เหยียดข้อเท้า

2. นำหนักส่วนใหญ่ของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ใกล้กับลำตัวซึ่งก็คือสะโพก นำหนักส่วนน้อยของกล้ามเนื้อขาจะตกอยู่ใกล้กับข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวซึ่งก็คือข้อเท้า ดังนั้นในการทำงานของขาจึงมีการถ่ายโอนพลังจากกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณสะโพกไปยังกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณเข่าและข้อเท้า เพื่อเป็นการชดเชยลักษณะทางกายวิภาคที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามธรรมชาติให้กล้ามเนื้อบริเวณข้อต่อที่อยู่ไกลจากลำตัวนั้นมีน้ำหนักน้อย

ในขณะที่เริ่มต้นออกวิ่งแล้วเร่งความเร็วขึ้นนั้น กล้ามเนื้อเรกทัส ฟีมอริสจะออกแรงเพื่อเหยียดเข่า แต่เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อจึงมีการออกแรงเพื่อองสะโพกในเวลาเดียวกัน ส่วนกล้ามเนื้อแฮมสทริงส์จะออกแรงเพื่อเหยียดสะโพกก็จะมีการออกแรงเพื่อองเข่าในเวลาเดียวกันด้วย การทำงานเช่นนี้เป็นไปในลักษณะที่ปลายข้างหนึ่งของกล้ามเนื้อมีความยาวเพิ่มขึ้น ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งมีความยาวลดลง ดังนั้นกล้ามเนื้อเรกทัส ฟีมอริสและกล้ามเนื้อแฮมสทริงส์จะทำงานด้วยความเร็วต่ำจึงเกิดแรงมาก และสามารถถ่ายโอนไปยังเข่าได้ ส่วนกล้ามเนื้อแกสทรอคนีเมียสซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดข้ามสองข้อต่อเช่นเดียวกันก็จะมีถ่ายโอนไปยังข้อเท้าด้วย

ยังและไพรยอร์(Young and Pryor, 2001) ได้เปรียบเทียบลักษณะทางชีวกลศาสตร์ระหว่างการเร่งความเร็วกับการวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดไว้ดังนี้

	การเร่งความเร็ว	การวิ่งด้วยความเร็วสูงสุด
ท่าทางการวิ่ง	เอนตัวไปข้างหน้า	ลำตัวตั้งตรง
ความยาวของช่วงก้าวในการวิ่ง	สั้นกว่า	ยาวกว่า
ความถี่ในการก้าวเท้า	เกือบสูงสุด	สูงสุด
มุมของเข่าในขณะที่เท้าสัมผัสพื้น	แคบกว่า	กว้างกว่า
ช่วงของการเคลื่อนไหวของสะโพก	แคบกว่า	กว้างกว่า
ช่วงเวลาที่เท้าสัมผัสพื้น	นานกว่า	สั้นกว่า

ซึ่งจากการเปรียบเทียบลักษณะทางชีวกลศาสตร์ดังกล่าวนี้ ยังและไพรยอร์ได้สรุปผลจากการที่มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อในขณะที่เร่งความเร็วและในขณะที่วิ่งด้วยความเร็วสูงสุด โดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ พบว่า

ในขณะที่เร่งความเร็ว กล้ามเนื้อที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ กล้ามเนื้อควอดริเซพส์ ซึ่งทำหน้าที่เหยียดสะโพก โดยกล้ามเนื้อควอดริเซพส์จะมีบทบาทมากใน 5 เมตรแรกของการเร่งความเร็วจากจุดหยุดนิ่ง

บรูคกีแมนและแกลด(Bruggemann and Glad, 1990) ได้วิเคราะห์ความเร็วของนักวิ่ง 100 เมตรชาย ในกีฬาโอลิมปิกเมื่อปีค.ศ.1988 พบว่าระยะทาง 10 เมตรแรกจากเส้นเริ่ม เป็นระยะที่มีการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นได้มากที่สุด

ดินติแมน วาร์ดและเทลเลซ(Dintiman, Ward and Tellez, 1998) กล่าวว่าประโยชน์ที่สำคัญของรถยนต์แรงม้าสูงก็คือ สามารถเร่งความเร็วได้อย่างรวดเร็ว เปรียบเสมือนคนที่มีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อสูงกว่าข้อมือที่จะเร่งความเร็วไปสู่ความเร็วที่ต้องการได้เร็วกว่าคนที่มีความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อต่ำกว่า

สรุปได้ว่าการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการเร่งความเร็ว ควรฝึกทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและพลังของกล้ามเนื้อในกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้อง จึงจะสามารถเพิ่มความสามารถในการเร่งความเร็วของนักกีฬาได้

### ความสำคัญของความอ่อนตัวและการฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว

#### ความสำคัญของความอ่อนตัว

ชูศักดิ์ เวชแพศย์(2519) กล่าวถึงความอ่อนตัวไว้ว่า ความสามารถของข้อต่อต่างๆในการเคลื่อนไหวได้อย่างกว้างขวาง นั่นก็คือ ความสามารถในการอ่อนตัวและการเคลื่อนไหวใดๆ ถ้าไม่ได้ทำบ่อยๆหรือไม่ค่อยได้มีโอกาสใช้ข้อต่อบริเวณนั้นๆ จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณนั้นเสียความสามารถในการยืดตัว จึงทำให้การอ่อนตัวไม่ดีไปด้วย และทำให้มีไขมันสะสมอยู่ในร่างกายเพิ่มขึ้น เท่ากับเป็นการลดความสามารถของการอ่อนตัวลงไปด้วย

เจริญ กระบวนรัตน์ (2538) กล่าวว่า ความอ่อนตัว หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานของข้อต่อเพื่อการเคลื่อนไหวให้ได้มุมกว้างที่สุด โดยปกติมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อแต่ละส่วนของร่างกาย โดยธรรมชาติจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของเอ็น ผังยึดเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) และกล้ามเนื้อที่อยู่รอบข้อต่อส่วนนั้น ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่จำกัดระยะทางการเคลื่อนไหวของข้อต่อ เรียกว่าตำแหน่งสิ้นสุดการเคลื่อนไหว (End position) และเมื่อกกล้ามเนื้อถูกแรงกระทำให้เคลื่อนไหวมากกว่าระยะทางการเคลื่อนไหวปกติก็จะนำไปสู่สาเหตุของการบาดเจ็บได้ง่าย การฝึกความอ่อนตัวด้วยวิธีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching exercise) เพื่อเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อทีละเล็กทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำ จะสามารถช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของนักกีฬาได้เป็นอย่างดี

สนธยา ลีละมาด(2547) ได้ให้ความหมายของความอ่อนตัว(Flexibility)ว่าเป็นความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้ตลอดมุมการเคลื่อนไหว โดยประสิทธิภาพในการทำงานจะขึ้นอยู่กับกระดูก โครงสร้างของกระดูก ลักษณะทางสรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ เอ็นยึดกล้ามเนื้อ เอ็นยึดข้อต่อ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันรอบๆข้อต่อ การมีความอ่อนตัวที่ดีจะช่วยป้องกันหรือหลีกเลี่ยง



การบาดเจ็บจากการฝึกซ้อมของเอ็นยึดกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน การเคลื่อนที่สามารถกระทำได้เต็มมุมการเคลื่อนไหวและเป็นไปอย่างอิสระ นักกีฬาที่มีความอ่อนตัวที่ดีจะสามารถเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนไหวได้ง่ายและช่วยเพิ่มความสามารถทางการกีฬา

นอกจากนั้น ชูศักดิ์ เวชแพศย์(2519) ยังได้สรุปไว้อีกว่า ความอ่อนตัวที่ดีแสดงได้จากช่วงของการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 อย่างคือ กระดูกและเอ็นของข้อต่อ จำนวนเนื้อเยื่อที่อยู่รอบข้อ และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อที่มีเอ็นยึด คล่อมข้อต่ออยู่ ซึ่งความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อที่มีเอ็นยึดคล่อมข้อต่อนี้เกี่ยวข้องมากที่สุดในการเพิ่มความอ่อนตัว การไม่ค่อยได้มีการเคลื่อนไหวจะทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่างๆเสียความสามารถในการยืดไปได้ จึงทำให้ความอ่อนตัวเป็นไปได้ไม่ดี ความอ่อนตัวเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวหลายอย่าง ถ้ามีความอ่อนตัวน้อยจะทำให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพน้อยลง ไม่มีมาตรฐานว่าควรจะมีความอ่อนตัวเท่าใดจึงจะเพียงพอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่จะต้องทำ

ความอ่อนตัวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสมรรถภาพทางกาย ซึ่งฟอกซ์ (Fox, 1987) กล่าวว่า ไม่เพียงเฉพาะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนเท่านั้น ที่จำเป็นสำหรับการฝึกเพื่อสมรรถภาพทางกาย ความอ่อนตัวก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่ง เพราะความอ่อนตัวมีผลเกี่ยวข้องกับร่างกายดังนี้

1. เป็นสภาวะปกติของช่วงกว้างของการเคลื่อนไหว
2. เป็นมูลเหตุของข้อจำกัดการเคลื่อนไหว
3. เป็นวิธีที่สามารถเพิ่มช่วงของการเคลื่อนไหว

ซิงห์ (Singh, 1984) ได้จำแนกประเภทของความอ่อนตัวไว้ดังนี้

1. ความอ่อนตัวที่ตนเองไม่ได้กระทำ (Passive flexibility) เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวโดยอาศัยความช่วยเหลือจากแรงภายนอก
2. ความอ่อนตัวที่ตนเองเป็นผู้กระทำ (Active flexibility) เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวที่ร่างกายอยู่กับที่
3. ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic flexibility) เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวในขณะที่ร่างกายกำลังเคลื่อนไหวอยู่ ความอ่อนตัวชนิดนี้มีลักษณะพิเศษสำหรับการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬามากที่สุด

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2519) ได้แสดงถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความอ่อนตัว ดังต่อไปนี้

1. รีเฟล็กซ์ยืด (Stretch reflex)

เมื่อกกล้ามเนื้อถูกยืดโดยทันที จะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากรีเฟล็กซ์ยืด ความแรงของการหดตัวขึ้นอยู่กับความเร็วและความแรงของการยืด รีเฟล็กซ์ยืดเป็นรีเฟล็กซ์ที่ใช้รักษาท่าทางของร่างกาย มีความจำเป็นที่ทำให้ลำตัวตั้งตรงอยู่ได้ รีเฟล็กซ์ยืดยังช่วยการ

เคลื่อนไหวที่อยู่ในอำนาจจิตใจด้วย เช่น การงอขาอ่อนกระ โคคสูง การเคลื่อนไหวแขนไปด้านหลัง ก่อนการตีบอล เป็นต้น การยืดอย่างช้าๆ จะไม่สามารถกระตุ้นรีเฟล็กซ์ยัดได้

## 2. การฝึกน้ำหนัก (Weight training)

การวิจัยต่างๆ ได้แสดงหลักฐานว่า การฝึกน้ำหนักไม่มีผลเสียต่อความอ่อนตัวเมื่อได้กระทำอย่างถูกต้อง แมสเสและเซาเดท (Massey and Chaudet, 1956 อ้างถึงในชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2519) ได้ชี้ให้เห็นว่าการฝึกน้ำหนักทำให้ความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นในบริเวณที่มีการออกกำลังตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว แต่ความอ่อนตัวอาจจะลดลงในบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังกาย การ์ดเนอร์ (Gardner, 1963 อ้างถึงในชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2519) ได้ศึกษาผลของการฝึกพลังทั้งไอโซโทนิค และไอโซเมตริก และได้พบว่าไม่มีโปรแกรมใดที่มีผลเสียต่อความอ่อนตัว จากหลักฐานต่างๆ จึงสนับสนุนได้ว่าการฝึกน้ำหนัก เมื่อกระทำด้วยช่วงการเคลื่อนไหวที่กว้างพอ จะไม่ทำให้ความอ่อนตัวเสียไป

## 3. ลักษณะรูปร่างของร่างกายและสัดส่วน

พบว่า มีความสัมพันธ์กันน้อยระหว่างความอ่อนตัวกับลักษณะรูปร่างของร่างกาย แต่การงอสะโพก คอ และลำตัวมีความสัมพันธ์มากกับความอ่อนตัว ไขมันของร่างกายมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความอ่อนตัว และไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างความยาวของแขน ขา และลำตัวกับความอ่อนตัว

## 4. ระดับการออกกำลัง

การไม่ค่อยได้ออกกำลัง จะทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่างๆ สูญเสียความสามารถในการยืดไปได้ และทำให้ไขมันสะสมในร่างกายมากขึ้น ส่งเสริมให้ความอ่อนตัวลดน้อยลง และถ้าไม่ได้มีการเคลื่อนไหวเลย จะทำให้ความอ่อนตัวลดลงอย่างเห็นได้ชัด เช่นการเข้าฝือก แต่ในทางกลับกัน ถ้าออกกำลังเป็นประจำ จะทำให้ความอ่อนตัวที่อยู่เป็นปกติ ส่วนความอ่อนตัวที่มากกว่าปกติสามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการยืดเหยียดแบบเฉพาะ

## 5. อายุและเพศ

จะพบความอ่อนตัวที่มากในเด็กระดับประถม และจะค่อยๆ ลดลงเมื่อมีอายุได้ 11 - 12 ปี หลังจากนั้นความอ่อนตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนถึงวัยหนุ่มสาว ต่อมาความอ่อนตัวจะลดลงตามอายุ และเพศหญิงจะมีความอ่อนตัวมากกว่าเพศชาย

## 6. อุณหภูมิ

ไรท์และจอห์น (Wright and Johns, 1960 อ้างถึงในชูศักดิ์ เวชแพศย์, 2519) ได้พบว่า เมื่อทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 45 องศาเซลเซียส จะทำให้ความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นประมาณ 20% เชื่อกันว่าการเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายจากการออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อยืดได้มากขึ้น จึงเพิ่มความอ่อนตัวได้ชั่วคราว



### การฝึกเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว

วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม(2537) กล่าวว่า เราสามารถบริหารร่างกายเพื่อเพิ่มพิสัยของการเคลื่อนไหวได้ คือ อาศัยความยาวและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและเอ็น แต่ผลที่เกิดในช่วงแรกๆ อาจอยู่ได้ไม่นาน ดังนั้น จึงต้องทำการบริหารซ้ำบ่อย การอบอุ่นร่างกาย และสิ้นสุดการบริหารร่างกายด้วยการยืดกล้ามเนื้อและเอ็น (Stretching Exercise) ทุกครั้ง จะช่วยให้เกิดความอ่อนตัวของข้อต่อได้เป็นอย่างมาก

ข้อแนะนำบางประการในการเพิ่มความอ่อนตัว คือ ค่อยๆเคลื่อนไหวช้าๆ จนกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่างๆถูกยืด จนมีความรู้สึกเจ็บจากการยืด และให้คงท่ายืดนี้ไว้ประมาณ 8-10 วินาที ให้ทำซ้ำกัน 5-6 ครั้ง ข้อสำคัญคือ ต้องทำทุกวัน เพราะความอ่อนตัวจะคงอยู่ได้นาน 8-10 สัปดาห์

ความอ่อนตัวมีความสำคัญมากในนักกีฬา เพราะนอกจากจะทำให้การเคลื่อนไหวเป็นไปโดยสมบูรณ์ตลอดช่วงแล้วยังมีส่วนช่วยลดภาวะบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางการกีฬาที่พบได้บ่อย เช่น กล้ามเนื้อฉีก และเอ็นอักเสบ เป็นต้น

เทคนิคการยืดข้อและกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว มีวิวัฒนาการมานานหลายสิบปี วิธีเก่าแก่ที่สุดที่ใช้กันมาในอดีต คือ การยืดแบบกระแทก (Ballistic stretching) อย่างที่เห็นกันอยู่ทั่วไปในการเตรียมตัวอบอุ่นร่างกายของนักกีฬา ก่อนการลงแข่งขัน วิธีนี้ผู้กระทำจะเคลื่อนไหวข้อไปจนรู้สึกตึงกล้ามเนื้อที่จะยืด แล้วจึงเคลื่อนไหวช้าๆตรงช่วงที่ตึงนี้ เช่น การยืดกล้ามเนื้อหลัง ผู้กระทำจะขึ้นกับตัวจนสุดขณะที่เข่าเหยียดตรงแล้วก้มโยกตัวขึ้นลงในช่วงสั้นๆที่ก้มตัวนั้น วิธีนี้ก็สามารถเพิ่มความอ่อนตัวได้ดี แต่มีข้อเสียที่ว่าอาจเกิดการฉีกขาดหรือยืดเกินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและเอ็นได้ง่าย จึงมีผู้เสนอวิธีการยืดแบบใหม่ เรียกว่าการยืดค้างชั่วขณะ (Static stretching)

การยืดแบบค้างไว้ชั่วขณะเป็นวิธีที่ได้ผลดี นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน และ ไม่เสี่ยงต่อการยืดเกินจนฉีกขาด มีหลักการง่ายๆคล้ายวิธีแรก เพียงแต่ยืดค้างไว้ประมาณ 3-10 วินาทีในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว และแต่ละท่าที่ยืดควรทำซ้ำกัน 3-4 ครั้ง

ยังมีเทคนิคการยืดข้อและกล้ามเนื้ออีกแบบหนึ่ง ซึ่งนักกายภาพบำบัดนิยมใช้กับผู้ป่วยที่มีปัญหาข้อติด (Joint stiffness) เรียกว่า พิเอ็นเอฟ (PNF = Proprioceptive Neuromuscular Facilitation) แต่ได้มีการนำมาใช้ในพวกนักกีฬาได้ผลดีเช่นเดียวกับแบบยืดค้างชั่วขณะ (Prentice, 1983 อ้างถึงในวิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม, 2537) เพียงแต่วิธีการพิเอ็นเอฟนี้ต้องอาศัยผู้อื่นร่วมด้วยเสมอ หลักการทำโดยให้ผู้ช่วยเป็นผู้จัดทำยืดกล้ามเนื้อของนักกีฬา (Passive stretching) จนถึงช่วงที่ข้อตึงพอดีแล้วจึงให้นักกีฬาออกแรงเกร็งต้านในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนไหวแรกประมาณ 10 วินาที แล้วจึงผ่อนคลาย ขณะที่ผู้ช่วยจะยืดข้อที่ตึงนั้นต่อไปได้อีกเล็กน้อย แล้วทำซ้ำกันเช่นนี้อีก 3 ครั้ง พิสัยการเคลื่อนไหวของข้อจะเพิ่มขึ้นได้จากการที่กล้ามเนื้อผ่อนคลายจากความตึงตัวเดิม ในบรรดา 3 วิธีดังกล่าวนี้เพนทิส (1983) พบว่าการใช้วิธีพิเอ็นเอฟ จะได้ผลดีที่สุดในการเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อ แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่ต้องอาศัยผู้ช่วยเป็นผู้ทำ

สำหรับการกีฬาทั่วไปนั้นยังนิยมวิธียืดค้างช่วงขณะมากที่สุด ส่วนทำการยืดกล้ามเนื้อหรือข้อต่างๆ นั้น ผู้ฝึกนักกีฬามักให้เน้นยืดข้อที่ต้องใช้ในการแข่งขันกีฬาแต่ละประเภท เช่น นักวิ่ง ควรยืดกล้ามเนื้อต่างๆ บริเวณสะโพก ต้นขา น่องไหล่ เป็นต้น

บีเคิล (Baechle, 1994) ได้แบ่งการยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟออกเป็น 3 วิธี คือ

1. เกร็งกล้ามเนื้อ – ผ่อนคลาย (Hold – relax)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อด้านแรงของคูฝึกโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่คูฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

2. กล้ามเนื้อหดตัว – ผ่อนคลาย (Contract – relax)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกออกแรงให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ด้านแรงของคูฝึกโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่จนถึงสุดช่วงของการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อในขณะที่คูฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นแล้วค้างไว้ 30 วินาที

3. เกร็งกล้ามเนื้อ – ผ่อนคลายพร้อมกับกล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัว (Hold – relax with agonist contraction)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่ผู้รับการฝึกเกิดความรู้สึกตึงที่กล้ามเนื้อเล็กน้อย แล้วค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้ผู้รับการฝึกเกร็งกล้ามเนื้อด้านแรงของคูฝึกโดยไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นเวลา 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้รับการฝึกสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อพร้อมกับออกแรงให้กล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้น ในขณะที่คูฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไปอีกจนทำให้เกิดการเคลื่อนที่มากขึ้นไปอีกแล้วค้างไว้ 30 วินาที

การยืดเหยียดแบบพีเอ็นเอฟ (PNF stretching) เป็นวิธีที่ทำให้เกิดการพัฒนาความอ่อนตัวได้มากที่สุด ดังนั้นจึงมักนำมาใช้ในขั้นตอนของการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ มีความสำคัญและประโยชน์หลายประการ ดังนี้



- ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ
- ช่วยลดความตึงเครียดภายในกล้ามเนื้อและข้อต่อ
- ช่วยให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลาย หรือลดอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย
- ช่วยป้องกันการบาดเจ็บจากการบิดของเอ็นข้อต่อและกล้ามเนื้อ
- ช่วยป้องกันและลดอาการปวดของกล้ามเนื้อหลังและข้อเข่า
- ช่วยป้องกันอาการ โรคข้อติดและข้อเสื่อม
- ช่วยลดอาการปวดประจำเดือน

## ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ และการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

### ความสำคัญของพลังกล้ามเนื้อ

การแสดงความสามารถในทักษะทางกีฬาต่างๆ แต่ละชนิดกีฬาที่มีการเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน เช่นการวิ่งระยะสั้น การเปลี่ยนทิศทางในการวิ่ง ดังนั้นร่างกายต้องมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว ซึ่งเน้นไปทางด้านความรวดเร็วมากกว่าความแข็งแรง นั่นก็คือพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้นต้องพัฒนาในส่วนของความแข็งแรงและความเร็วไปพร้อมกันด้วย

บลูมฟิลด์และคณะ (Bloomfield et.al, 1994) กล่าวว่าพลังกล้ามเนื้อเป็นผลคูณของความแข็งแรงและความเร็ว เป็นการใช้แรงอย่างเต็มที่ภายในหนึ่งหน่วยเวลา พลังกล้ามเนื้อเป็นสิ่งสำคัญต่อการแสดงความสามารถของทักษะกีฬาต่างๆ ซึ่งลักษณะพิเศษของพลังกล้ามเนื้อมีสามประการคือ พลังนั้นมาจากการหดตัวของความยาวกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) มาจากการใช้วงจรเหยียดสั้น (Stretch shortening cycle) และมาจากความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (Elasticity)

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) กล่าวว่าพลังกล้ามเนื้อที่แสดงออกสูงสุด อาจเรียกว่า พลังระเบิดของกล้ามเนื้อ (Explosive muscular power) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการแสดงความสามารถในกิจกรรมที่ต้องการการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุดในการปล่อยวัตถุ การกระโดด หรือการเร่งความเร็ว นอกจากนั้นยังใช้การเปลี่ยนทิศทางหรือการเร่งอย่างรวดเร็วในกีฬาชนิดต่างๆ เช่น ความสูงของการกระโดดขึ้นรับลูกบาสเกตบอล หรือการเร่งความเร็วและการวิ่งหลบหลีกผู้เล่นในกีฬารักบี้ฟุตบอล เป็นต้น

เยสซิส (Yessis, 1994) กล่าวว่า ในวงการกีฬานั้น เป็นที่เข้าใจโดยทั่วไปว่าพลัง (Power) เปรียบประดุจแรงระเบิด (Explosiveness) ซึ่งเป็นการรวมกันระหว่าง ความเร็ว (Speed) กับความแข็งแรง (Strength) แรงระเบิด (Explosiveness) นี้จะแสดงออกมาเมื่อนักกีฬาเอาชนะแรงต้านทานหรือน้ำหนักได้ภายในเวลาที่สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังสมการ

$$\text{พลัง} = \frac{\text{แรง} \times \text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$$

	พลัง	=	แรง × $\frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$
ในเมื่อ	ความเร็ว	=	$\frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$
ดังนั้น	พลัง	=	แรง × ความเร็ว

ดังนั้นในการปฏิบัติทักษะใดๆให้เกิดพลัง (Power) สูงสุด จึงเป็นการทำงานรวมกันระหว่างการออกแรงมาก และ การเคลื่อนไหวที่เร็วมาก

โอ'เช (O'Shea, 2000) กล่าวว่า พลังกล้ามเนื้อหมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว ข้อได้เปรียบของการมีพลังกล้ามเนื้อก็คือ ความสามารถในการเร่งความเร็ว นักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อสูงก็จะสามารถวิ่งเร็วกว่าผู้ที่มีความแข็งแรงเพียงอย่างเดียว ความสามารถในการเร่งความเร็ว เป็นความสามารถในการเปลี่ยนความเร็วได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นในการแข่งขันกีฬา เมื่อนักกีฬามีองค์ประกอบทางด้านความสามารถอื่นเท่ากันหมดแล้ว พลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวตัดสินว่าใครจะเป็นผู้ชนะ พลังกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

สมิทไบล์เชอร์ (Schmidtbleicher, 2000) ได้กล่าวว่า พลังเป็นความสามารถของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ที่จะสร้างให้เกิดแรงสูงสุดที่สามารถทำได้ในเวลาที่กำหนด ซึ่งเวลาจะขึ้นอยู่กับแรงต้านหรือน้ำหนัก กีฬาบางชนิดต้องกระทำต่อแรงต้านทานด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะทำได้เมื่อเริ่มต้นเคลื่อนไหว เช่น การทุ่มน้ำหนัก ฟันหล่น การฝึกประสาทกล้ามเนื้อ โดยการทำให้กล้ามเนื้อทำงานพร้อมเพรียงกัน ก็สามารถสร้างความแข็งแรงได้ โดยที่ไม่ต้องฝึกระบบกล้ามเนื้อ การเคลื่อนไหวแบบวงจรเหยียดสั้น โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งการหดตัวแบบความยาวของกล้ามเนื้อเหยียดออกและหดสั้น ซึ่งวงจรเหยียดสั้นมี สองประเภท คือ วงจรเหยียดสั้นแบบยาว เช่นการกระโดดซู้ตลูกบาส การกระโดดบล็อกลูกวอลเลย์บอล โดยจะใช้มุมของสะโพก เข่า และข้อเท้าที่กว้างและใช้เวลานานกว่า 250 มิลลิวินาที ส่วนวงจรเหยียดสั้น เช่น ระยะที่เท้าสัมผัสพื้นในการวิ่งเร็วหรือการเร่งความเร็ว การกระโดดสูงหรือการกระโดดไกล โดยใช้นุ่มที่แคบกว่า ใช้เวลาอย่างน้อย 100-250 มิลลิวินาที

เฉลิมวุฒิ อภาณุกุล(2548) ได้สรุปความหมายของพลังกล้ามเนื้อ(Muscular power)ว่า หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ออกแรงเต็มที่ด้วยความเร็วสูงสุด โดยสร้างขึ้นจากองค์ประกอบทางด้านความแข็งแรงกับความเร็ว นักกีฬาที่มีพลังกล้ามเนื้อที่ดี ย่อมมีความสามารถในการเร่งความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนความเร็วได้คงใจต้องการ ดังนั้นพลังกล้ามเนื้อจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินแพ้ ชนะ ในการแข่งขัน พลังกล้ามเนื้อเป็นความสามารถ



ของกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดงานในระดับสูงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากการออกแรงและได้ระยะทางจากการออกแรงนั้น หรือเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความเร็วในการออกแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อเป็นความแข็งแรงและความเร็ว เป็นการใช้แรงอย่างเต็มที่ในหนึ่งหน่วยเวลา

ในการแข่งขันกีฬา นักกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนากล้ามเนื้อ เพื่อใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ของการแข่งขัน ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปบ้างตามชนิดกีฬา บอมปา (Bompa, 1993) ได้สรุปรูปแบบของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬาไว้ ดังนี้

1. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการลงสู่พื้นและเปลี่ยนทิศทาง (Landing/Reactive power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิด ทักษะการลงสู่พื้นเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง และมักจะต่อเนื่องกับทักษะของการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดด นักกีฬาจำเป็นต้องใช้พลังกล้ามเนื้อในการควบคุมร่างกายในขณะที่ลงสู่พื้น และสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่ตามมานั้นได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนทิศทางหรือการกระโดดก็ตามพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะที่ลงสู่พื้น จะมีความสัมพันธ์กับความสูงของจุดที่ตกลงสู่พื้น การตกลงสู่พื้นจากความสูง 80-100 เซนติเมตรนั้น ข้อเท้าจะต้องรับน้ำหนักประมาณ 6-8 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งในขณะที่ตกลงสู่พื้น กล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) นักกีฬาที่ได้รับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อมาอย่างดีแล้ว ก็จะสามารถควบคุมร่างกายและลดแรงกระแทกในขณะที่ตกลงสู่พื้นได้ หลังจากนั้นถ้ามีการกระโดดขึ้นในทันทีหรือมีการเปลี่ยนทิศทาง กล้ามเนื้อมัดนั้นก็จะมีหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction)

2. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการทุ่ม พุ่ง ขว้าง (Throwing power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่ต้องมีการ ทุ่ม พุ่ง ขว้าง อุปกรณ์กีฬาแต่ละชนิดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อเพื่อที่จะสร้างความเร็วคืนให้กับอุปกรณ์กีฬานั้นให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และมีอัตราเร่งเพิ่มขึ้น ตลอดระยะทางของการเคลื่อนที่

3. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการกระโดดขึ้นจากพื้น (Take - off power) ในการแข่งขันกีฬาหลายชนิดที่มีการกระโดดนั้น ต้องการพลังกล้ามเนื้อในลักษณะแรงระเบิด (Explosive) เพื่อให้มีประสิทธิภาพของการกระโดดดีที่สุด อาจเป็นการกระโดดในขณะที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงหรือมีการย่อตัวก่อนที่จะกระโดดขึ้นไป ซึ่งถ้ายังย่อตัวลงมากก็จะต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากเพื่อที่จะออกแรงยกตัวลอยขึ้นจากพื้นได้อย่างรวดเร็ว

4. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเริ่มต้นเคลื่อนที่ (Starting power) ความเร็วในการออกตัวมีผลต่อการเคลื่อนที่ที่ต้องการความเร็วสูง การออกตัวเป็นสิ่งสำคัญในหลายชนิดกีฬา ผู้ที่มีพลังกล้ามเนื้อมากกว่าก็จะเริ่มต้นเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า

5. พลังกล้ามเนื้อในการชะลอความเร็ว (Deceleration power) ในการแข่งขันที่มีการชะลอความเร็วสลับกับการเร่งความเร็วหรือมีการชะลอความเร็วแล้วเปลี่ยนทิศทาง ต้องการพลัง

กล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก ซึ่งกล้ามเนื้อจะหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นเพื่อรับแรงกระแทกจากการวิ่ง จำเป็นต้องมีพลังกล้ามเนื้อมากพอ ซึ่งการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้จะเกิดการบาดเจ็บกล้ามเนื้อได้ง่าย

6. พลังกล้ามเนื้อที่ใช้เร่งความเร็ว (Acceleration power) ในการแข่งขันที่มีสถานการณ์ในการเร่งความเร็ว พลังกล้ามเนื้อเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อนร่างกายให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว

รูปแบบของพลังกล้ามเนื้อทั้งหกลักษณะนี้เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีพื้นฐานมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็ว (Fast twitch fiber) ด้วยกันทั้งสิ้น

### การพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ

บอมปา (Bompa, 1993) ได้สรุปว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นจากการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ใช้เวลาน้อยลงในการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่หดตัวได้เร็ว
2. เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neurons) มีความอดทนเพิ่มขึ้นในการเพิ่มความถี่ของการปล่อยกระแสประสาท
3. มีความสอดคล้องกันมากขึ้นและดีขึ้นของหน่วยยนต์ (Motor units) กับรูปแบบของการปล่อยกระแสประสาท
4. กล้ามเนื้อทำงาน โดยใช้จำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นในเวลาอันสั้น
5. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันภายในกล้ามเนื้อ (Intramuscular coordination) หรือมีการทำงานประสานกันมากขึ้นระหว่างปฏิกิริยาเร่งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Excitatory reaction) กับปฏิกิริยารั้งการทำงานของกล้ามเนื้อ (Inhibitory reaction) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของระบบประสาทส่วนกลาง
6. มีการพัฒนาการทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่ร่วมกันทำงาน (Intramuscular coordination) ระหว่างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรง (Agonistic muscles) กับกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามซึ่งทำหน้าที่คลายตัว (Antagonistic muscles) เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวออกแรงได้เร็วขึ้น

นิวตันและเครเมอร์ (Newton and Kraemer, 1994) ได้เสนอแนะการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อนั้น จะต้องมีการพัฒนาองค์ประกอบห้าประการของพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ คือ

1. ความแข็งแรงที่ความเร็วต่ำ (Slow velocity strength)



2. ความแข็งแรงที่ความเร็วสูง (High velocity strength)
3. อัตราพัฒนาแรง (Rate of force development)
4. วงจรเหยียดตัวออก - หดตัวสั้นลง (Stretch – shortening cycle)
5. การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อที่รวมการทำงานและทักษะของการเคลื่อนไหว (Intermuscular coordination)

องค์ประกอบทั้งห้า ประการนี้จะต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป จึงจะเกิดพลังระเบิดของกล้ามเนื้อสูงสุด ดังนั้นยุทธวิธีของการฝึกที่เหมาะสมก็คือ ใช้การผสมผสานวิธีการฝึกแบบต่างๆเข้าด้วยกัน ไม่ใช้การฝึกด้วยน้ำหนัก หรือการฝึกพลัยโอเมตริกอย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว

โอ'เช (O'Shea, 2000) ได้ให้ข้อเสนอว่า ในการพัฒนาความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อโดยการฝึกด้วยน้ำหนักนั้น จะต้องใช้ท่าฝึกในรูปแบบของกีฬา (Athletic-type) ได้แก่ ท่าเพาเวอร์สแนช (Power snatch) ท่าเพาเวอร์คลีน (Power clean) ท่าพูล (Pulls) และท่าเบกน้ำหนักย่อตัว (Squat) ซึ่งล้วนเป็นท่าฝึกที่ใช้การขึ้นเป็นอิสระ และใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ในการยก คุณค่าของการใช้ท่าเหล่านี้คือ ความสามารถที่จะเลียนแบบการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่และแรงระเบิดที่ต้องการเมื่อมีการชั่งกรยาน วิ่ง ว่ายน้ำ กระโดด ทุ่ม พุ่ง ขว้าง ตี และ การแทค (Tacking) โดยที่กล้ามเนื้อออกแรงในปริมาณที่เหมาะสมตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วตามระยะทางและเวลาที่ต้องการของกีฬาแต่ละชนิด ซึ่งท่าฝึกในรูปแบบของกีฬานี้จะพัฒนาระบบประสาทสรีรวิทยา (Neurophysiologic system) และระบบประสาทจิตวิทยา (Neuropsychological system)

ดังนั้นการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อเพื่อนำไปใช้ในการแข่งขันกีฬา โปรแกรมการฝึกจะต้องมีความเฉพาะเจาะจงกับทักษะของกีฬาแต่ละชนิด โดยใช้ท่าฝึกที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬานั้นให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกในท่าทางที่ใกล้เคียงกับทักษะกีฬามากเท่าใดก็จะเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเท่านั้น

ฮัยดอค (Hydock, 2001) ได้เสนอแนะว่า การพัฒนาพลังสูงสุดของกล้ามเนื้อ และพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ สามารถใช้ท่ายกน้ำหนักมาเป็นท่าฝึกได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้จะต้องยกด้วยความเร็วสูง

คาร์พ (Karp, 2001) ได้ให้ความเห็นว่า เส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะถูกระดมมาทำงานก่อนเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้ช้า ในขณะที่กล้ามเนื้อทำงานอย่างรวดเร็ว เมื่อการทำงานอย่างรวดเร็วเกิดขึ้นการระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะต้องทำงานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูงเท่านั้น

เบเกอร์ (Baker, 2001) กล่าวว่า “ความหนักที่ใช้ในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีสองลักษณะคือ จำนวนครั้งที่ยกได้มากที่สุด (Repetition maximum) และเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยกได้มากที่สุดหนึ่งครั้ง (% of 1 RM)

ส่วนความหนักที่ใช้ในการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อก็อาจใช้ในลักษณะเปอร์เซ็นต์ของพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุด ดังนั้นความหนักที่ใช้ในการฝึกก็คือ ความหนักที่ทำให้เกิดพลังกล้ามเนื้อได้ใกล้เคียงกับพลังกล้ามเนื้อที่ได้สูงสุดเท่าที่จะทำได้

ในการกำหนด โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาพลังกล้ามเนื้อนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมีการปรับเปลี่ยนปริมาณการฝึกและความหนักของการฝึกภายในแต่ละสัปดาห์ ได้แก่ ถ้ากำหนดให้มีการฝึกสองวันต่อสัปดาห์ ก็จะกำหนดให้มีการฝึกด้วยความหนักในระดับสูง และความหนักในระดับต่ำอย่างละหนึ่งวัน ถ้ากำหนดให้มีการฝึกสามวันต่อสัปดาห์ ก็จะกำหนดให้มีการฝึกด้วยความหนักในระดับสูง ความหนักในระดับปานกลาง และความหนักในระดับต่ำ อย่างละหนึ่งวัน เพื่อให้เกิดความแตกต่างในความหนักของการฝึก ซึ่งจะเกิดการพัฒนากล้ามเนื้อที่ได้ผลดี

## ความสำคัญของความคล่องแคล่วว่องไวและการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว

### ความสำคัญของความคล่องแคล่วว่องไว

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) หมายถึง ความสามารถในการเล่นกีฬาที่มีความสลับซับซ้อน มีการชะลอความเร็ว การเร่งความเร็ว การเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วโดยไม่เสียการทรงตัว และมีองค์ประกอบตามที่ บอมปา (Bompa, 1999) ได้กล่าวไว้ว่า ความคล่องแคล่วว่องไวประกอบด้วยสี่ส่วนด้วยกันคือ ความเร็ว พลังกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ และการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อทุกส่วน โดยที่ทั้งสี่ส่วนนี้จะทำงานสนับสนุนซึ่งกันและกัน

จากองค์ประกอบต่างๆของความคล่องแคล่วว่องไว นั้น จะสังเกตเห็นได้ว่า ในขณะที่เราทำการแข่งขันกีฬาหรือในขณะที่ออกกำลังกาย ส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้เกิดขึ้นในแทบจะทุกจังหวะในการแข่งขันกีฬาเกือบทุกชนิดกีฬา ทั้งความเร็วในการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วเท่าไรก็ยิ่งสร้างความได้เปรียบมากขึ้นเท่านั้น รวมทั้งการที่เรามีพลังกล้ามเนื้อที่มากกว่า หรือการทำงานประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพของระบบประสาทและกล้ามเนื้อทำให้เรามีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็วทันท่วงที พร้อมทั้งยังเสริมสร้างความมั่นใจให้กับตัวนักกีฬาเองอีกด้วย

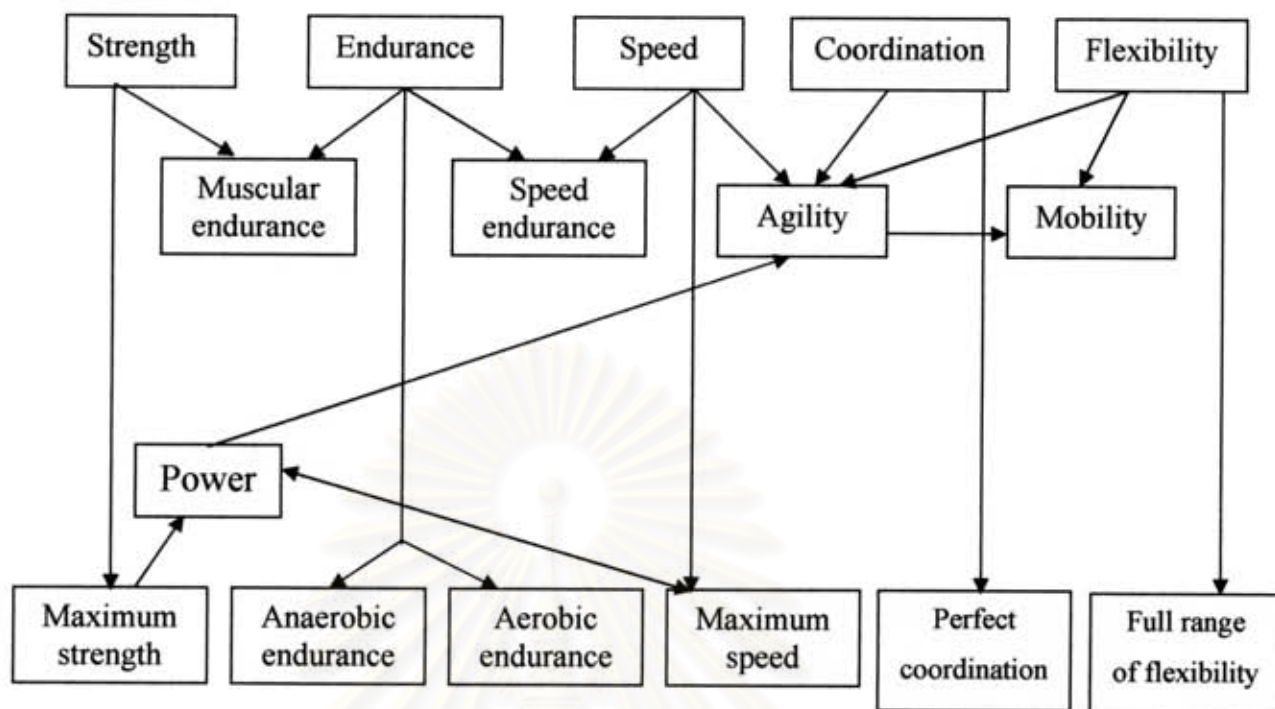
### การพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว

เฉลิมวุฒิ อากานุกูล (2548) ได้สรุปว่าการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว นั้นสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกในส่วนที่เป็นองค์ประกอบต่างๆดังต่อไปนี้

#### 1. การทำงานประสานกันอย่างมีประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อ

ต้องพยายามให้เกิดการทำงานร่วมกัน ในการเคลื่อนไหวที่เป็นแบบหนึ่งแบบใดที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมนั้นๆ นั่นคือ การฝึกซ้อมตามแบบเฉพาะแต่ละชนิดกีฬานั้นเอง เพื่อให้ให้นักกีฬาได้เกิดความเคยชินกับรูปแบบการเคลื่อนไหวหรือท่าทางในการเคลื่อนที่ในชนิดกีฬานั้นๆและสามารถแสดงศักยภาพออกมาได้อย่างเต็มที่ในขณะที่ทำการแข่งขัน





แผนผังแสดง "Biomotor abilities"

ที่มา: บอมปา (Bompa ,1999)

## 2. พลังกล้ามเนื้อ

พลังกล้ามเนื้อจะช่วยเพิ่มความคล่องแคล่วว่องไวได้ ถ้าพลังกล้ามเนื้อไม่ดี การควบคุมแรงเฉื่อยของร่างกายจะเป็นไปได้ไม่ดี ตัวอย่างเช่น ในการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วย่อมต้องการกำลังอย่างมาก เพื่อให้ร่างกายหยุดหรือทำให้ร่างกายเปลี่ยนทิศทาง และในการพุ่งตัวออกไปข้างหน้าหรือการเร่งความเร็วซึ่งขึ้นอยู่กับพลังกล้ามเนื้อ ก็ย่อมต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความเร็วด้วย

## 3. เวลาปฏิกิริยา

เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหวที่ตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นนั้นมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไว การตอบสนองอย่างรวดเร็วในสถานการณ์การแข่งขันกีฬาหรือการเคลื่อนไหวของฝ่ายตรงข้ามนั้นยังตอบสนองได้รวดเร็วเท่าใดนั้นทำให้เราเกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน และแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างทันที

## 4. ความอ่อนตัว

การที่กล้ามเนื้อมีความอ่อนตัวมากนั้นย่อมหมายถึงการที่กล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว ทำให้การเคลื่อนไหวราบเรียบและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการที่กล้ามเนื้อมีความอ่อนตัวดีนั้นยังช่วยลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาหรือจากการแข่งขันได้ด้วย

ความคล่องแคล่วว่องไวมีความสำคัญในกิจกรรมทุกชนิดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว การเร่งความเร็ว การชะลอความเร็ว โดยไม่ให้เกิดการทรงตัว ซึ่งเป็นพื้นฐานของสมรรถภาพที่สำคัญในทักษะกีฬาต่างๆ ดังนั้นในโปรแกรมการฝึกจึงไม่ควรละเว้น ควรมีการฝึกเป็นประจำ เพื่อประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวของนักกีฬาด้วย

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อดัมส์และคณะ (Adams et al., 1992) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว พัลลีย์โอเมตริก และการฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พัลลีย์โอเมตริก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ที่มีผลต่อพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักกีฬาจำนวน 48 คน ทดสอบความสามารถในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่ง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เท่าๆกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 2 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัว

กลุ่มที่ 3 ฝึกพัลลีย์โอเมตริก

กลุ่มที่ 4 ฝึกเสริมด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พัลลีย์โอเมตริก

ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 4 ที่ฝึกด้วยน้ำหนักท่าแบกน้ำหนักย่อตัวควบคู่พัลลีย์โอเมตริก พัฒนาพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดขึ้นในแนวดิ่งได้ดีที่สุด

คอตซามาณิดิสและคณะ (Kotzamanidis et al., 2005) ทำการศึกษาเรื่องผลของโปรแกรมผสมผสานระหว่างการแบกน้ำหนักแรงต้านมากและการฝึกความเร็วที่มีผลต่อความสามารถในการวิ่งและการกระโดดในแนวดิ่งของนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มประชากรเป็นนักกีฬาฟุตบอล 35 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ฝึกร่วมกันระหว่างแบกน้ำหนักแรงต้านมากและความเร็ว

กลุ่มที่ 2 ฝึกแบกน้ำหนักแรงต้านมากเพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม

ทำการฝึกในช่วงเวลาเดียวกันผลปรากฏว่า กลุ่มฝึกร่วมกันระหว่างแบกน้ำหนักแรงต้านมากและความเร็วสามารถเพิ่มความแข็งแรง ความเร็ว พลังกล้ามเนื้อในการกระโดดในแนวดิ่ง ได้ดีที่สุดในสามกลุ่ม

ดอดด์ และ แอลวาร์ (Dodd and Alvar, 2007) ได้ทำการวิเคราะห์การฝึกแบบแรงระเบิดเฉียบพลันที่สามารถพัฒนาพลังกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกายในนักกีฬาเบสบอล กลุ่มตัวอย่างเป็น



นักกีฬาเบสบอลเยาวชนชายระดับคิงส์ 2 จำนวน 45 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ทำการฝึก 4 สัปดาห์ กลุ่มแรกเป็นการฝึกเชิงซ้อน กลุ่มที่สองฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มที่สามฝึกด้วยพลัยโอเมตริก

ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่ฝึกเชิงซ้อนสามารถเพิ่มความเร็ว การกระโดด และความคล่องแคล่วว่องไวมากที่สุดในกลุ่ม กลุ่มที่ฝึกเฉพาะพลัยโอเมตริกสามารถเพิ่มความสามารถในการกระโดดได้ดีกว่าการฝึกเชิงซ้อนและการฝึกด้วยน้ำหนัก

ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ (2544) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลของการฝึก พลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างคือนักกีฬาประเภททีมของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 72 คน โดยใช้วิธีการจัดดำเนินการแบบสุ่มและทำให้ตัวแปรควบคุมคงที่แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 18 มีกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มทดลองฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อน ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ วันละ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา พลังความอดทนของกล้ามเนื้อขาและความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าสถิติ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของคูกี เอ

หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า

1. การฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. การฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังความอดทนของกล้ามเนื้อขา มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
3. การฝึกเชิงซ้อนและการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก มีผลต่อการพัฒนาความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการเร่งความเร็วของนักวิ่ง 100 เมตรทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างคือนักวิ่ง 100 เมตรทีมชาติไทย จำนวน 8 คน โดยใช้วิธีการจัดกระทำแบบสุ่ม แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน มีกลุ่มทดลองฝึกเชิงซ้อน และกลุ่มควบคุมฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก ทำการ

ฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีการทดสอบความเร็วที่จุด 10 เมตร จุด 20 เมตร จุด 30 เมตร และจุด 40 เมตร ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดย หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยการทดสอบค่าที

หลังการทดสอบ 6 สัปดาห์พบว่า

1. กลุ่มฝึกเชิงซ้อน สามารถเร่งความเร็วจากเส้นเริ่มถึงจุด 20 เมตร จุด 30 เมตร และจุด 40 เมตร ได้มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. กลุ่มฝึกเชิงซ้อน สามารถเร่งความเร็วจากเส้นเริ่มถึงจุด 40 เมตร ได้มากกว่ากลุ่มฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่ฝึกด้วยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธีรวัฒน์ ศิลปอาษา (2545) ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักเซปักตะกร้อชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเซปักตะกร้อชาย โรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี อายุระหว่าง 16 -18 ปี จำนวน 30 คน ทำการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มกลุ่มละ 10 คน คือ กลุ่มควบคุม ให้ฝึกเซปักตะกร้อเพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 1 ให้ฝึกด้วยน้ำหนักที่ระดับความหนัก 70%ของหนึ่งอาร์เอ็ม ควบคู่กับการฝึกเซปักตะกร้อ และกลุ่มทดลองที่ 2 ให้ฝึกพลัยโอเมตริกด้วยรั้วไม้สูง 60 เซนติเมตร ควบคู่กับการฝึกเซปักตะกร้อ ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ ทดสอบความสามารถในการขึ้นกระโดดบนเครื่องวัดพลังของกล้ามเนื้อขา (Sargent jump) ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่ม ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำสองมิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำมิติเดียว วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของคูกี (Tukey) และกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการกระโดดแตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการกระโดดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นาทรพี ผลใหญ่ (2545) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความสามารถในการยิงประตูฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 30 คน ทำการสุ่มอย่างง่ายเพื่อเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 20 คน เลือกกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 10 คน โดยกลุ่มทดลองใช้โปรแกรมฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนสัปดาห์ละ 2 วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ร่วมกับการฝึก



ปกติ และกลุ่มควบคุมฝึกตามปกติ ทดสอบความสามารถในการยิงประตูฟุตบอล วัดความแรง และความแม่นยำในการยิงประตู ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าทั้งสองข้าง ก่อน และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างก่อน และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และระหว่างกลุ่มการทดลอง ด้วยค่า "ที" (t-test) หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า

1. ความแรงเฉลี่ยในการยิงประตูของขาข้างที่ถนัดก่อน และหลังการทดลอง ทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความแรงเฉลี่ยในการยิงประตูของขาข้างที่ไม่ถนัดในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความแม่นยำเฉลี่ยในการยิงประตูของขาข้างที่ถนัดและขาข้างที่ไม่ถนัด ก่อน และหลังการทดลอง ทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าขาข้างที่ถนัด และขาข้างที่ไม่ถนัด หลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าของทั้งสองข้างมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เฉลิมวุฒิ อาภาบุญ (2548) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬารักบี้ฟุตบอลชายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี ได้มาด้วยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากนักกีฬารักบี้ฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากนั้นทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย แล้วสุ่มวิธีการทดลองให้แต่ละกลุ่ม ดังนี้ กลุ่มควบคุม ฝึกตามปกติ กลุ่มทดลองฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดและฝึกตามปกติ โดยฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยทำการทดสอบ ความคล่องแคล่วว่องไว หลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเร่งความเร็ว และความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของสะโพก ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที(t-test) วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ(One-way analysis of variance with repeated measures) ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของคูกี เอ (Tukey a) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดและฝึกตามปกติ มีความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดและฝึกตามปกติ มีความคล่องแคล่วว่องไวพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา และความสามารถในการเร่งความเร็ว มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ฝึกตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

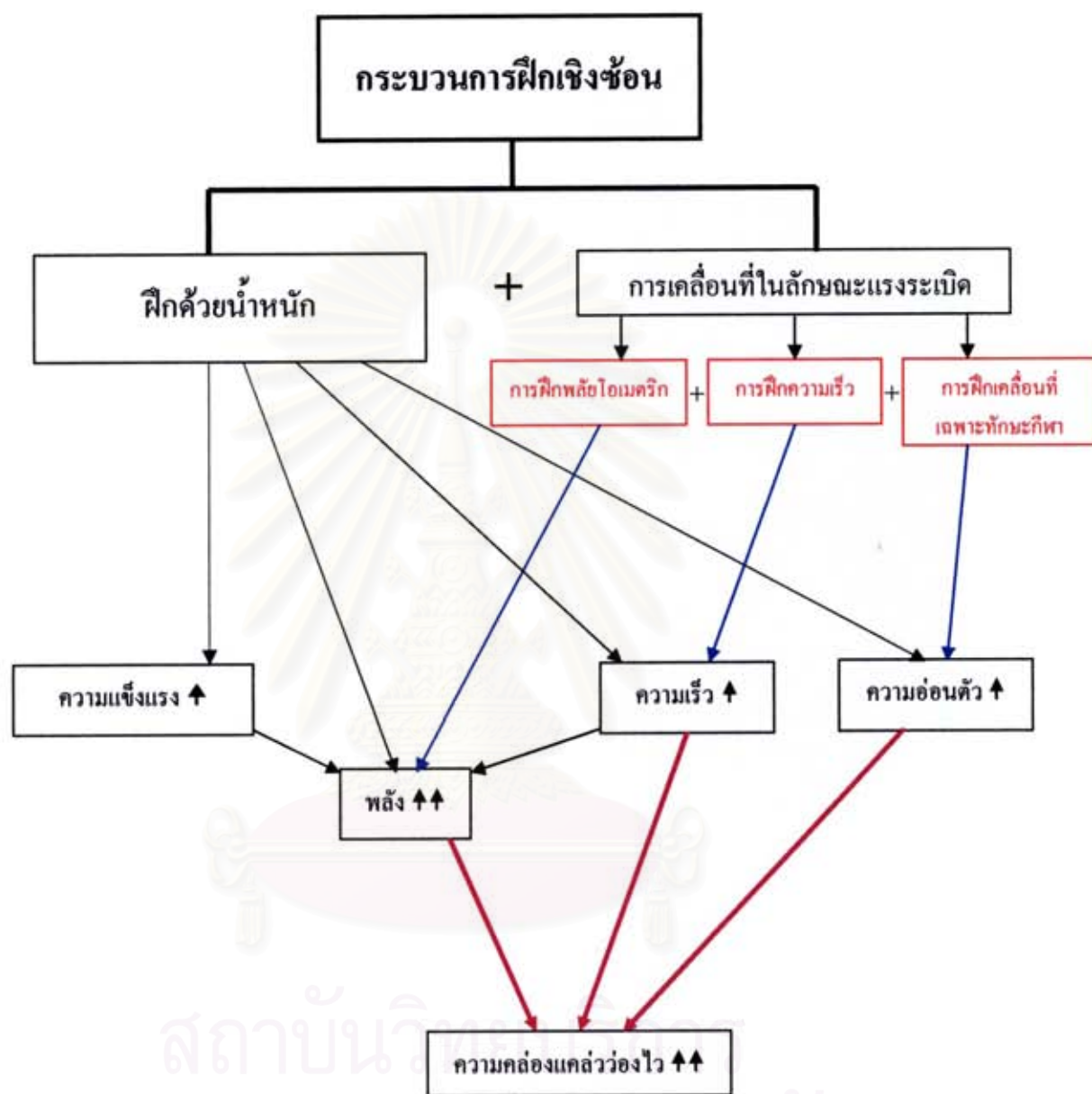
3. หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดและฝึกตามปกติ มีความคล่องแคล่วว่องไว พลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ความสามารถในการเร่งความเร็ว และความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่สะโพก มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กรอบแนวคิดในการทำวิจัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. รูปแบบของการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยปี พ.ศ.2550

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ที่ได้เข้าร่วมเก็บตัวอยู่ในชุดเตรียมทีมซีเกมส์ ครั้งที่ 24 ประเภททีมเดี่ยวและทีมชุด อายุระหว่าง 19-26 ปี แบ่งเป็นตำแหน่งหน้าขวา 5 คน ตำแหน่งหน้าซ้าย 4 คน และตำแหน่งหลัง 6 คนรวมเป็นจำนวนทั้งหมด 15 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
  - 1.1 แบบสัมภาษณ์
  - 1.2 เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์ไทมเมอร์ sw – 300 (Newtest powertimer sw-300)
  - 1.3 แผ่นวัดระยะเวลาขึ้นกระโดดไกล
  - 1.4 แบบทดสอบความคล่องแคล่วว่องไว (T-test)
  - 1.5 เทปวัดระยะ
  - 1.6 อุปกรณ์วัดระยะความสูง
  - 1.7 เครื่องชั่งน้ำหนัก
  - 1.8 เครื่องวัดส่วนสูง
  - 1.9 อุปกรณ์ฝึกยกน้ำหนัก โอลิมปิกบาร์เบล (Olympic barbell)



## 2. โปรแกรมการฝึก

การพัฒนาโปรแกรมการฝึก มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาโปรแกรมการฝึกจากหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ออกแบบ โปรแกรมการฝึกร่วมกับผู้ฝึกสอนเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย เพื่อหาความเป็นไปได้ของโปรแกรมการฝึกที่เฉพาะเจาะจงกับตำแหน่งต่างๆอย่างแท้จริง ประกอบไปด้วยขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลทักษะที่สำคัญและจำเป็น ในนักกีฬาเซปักตะกร้อตามตำแหน่งของการเล่นตามความคิดเห็นของผู้ฝึกสอนเพื่อนำไปสร้างเป็นโปรแกรมการฝึก โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาค้นคว้ารายละเอียด จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและประเภทของกีฬาเซปักตะกร้อ

2.2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทำแบบสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ และขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำมาสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

2.2.3 รูปแบบการสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้น เนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับความต้องการทางสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับทักษะ และทักษะต่างๆของนักกีฬาเซปักตะกร้อตามแต่ละตำแหน่งและประเภทตามความคิดเห็นของผู้ฝึกสอนที่อยู่ในสังกัดของสมาคมตะกร้อแห่งประเทศไทยจำนวน 4 คน (ภาคผนวก ง)

2.2.4 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มารวบรวมและวิเคราะห์ผลที่ได้ และนำไปสร้างเป็นโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดให้เหมาะสมกับตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ

2.3 กำหนดโปรแกรมการฝึก ดังนี้

เป็น โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ มีการฝึกสัปดาห์ละ 2 วันคือวันอังคารและวันศุกร์ โดยทำการฝึกให้เสร็จสิ้นก่อนการฝึกตามปกติในแต่ละวัน รวมทั้งฝึกตามปกติตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์

ตารางที่ 4 โปรแกรมการฝึกในสัปดาห์ที่ 1-6

รายละเอียดโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก	สัปดาห์ที่ 1-6
น้ำหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก (% 1 RM )	ประมาณ 80 %
จำนวนครั้งในการฝึกด้วยน้ำหนัก (ครั้ง)	6
จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	เร็วที่สุด
จำนวนชุดในการฝึกด้วยน้ำหนัก	3
ระยะเวลาพักระหว่างชุด (นาที)	3-5

การฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข้าเป็นมุม 135 องศา แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกส้นเท้าขึ้นจากพื้น

หลังจากฝึกด้วยน้ำหนักเสร็จจะตามด้วยทักษะการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดตามแต่ละตำแหน่งทันที กำหนดเวลาการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดเป็น 20 วินาที เท่ากันในทุกตำแหน่ง

รายละเอียดโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดอยู่ในภาคผนวก ก

2.4 นำโปรแกรมการฝึกมาปรับปรุงและแก้ไข แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 นำโปรแกรมการฝึกไปตรวจสอบและแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นผู้ฝึกสอนกีฬาตะกร้อทีมชาติไทยเพื่อดูความเป็นไปได้ของโปรแกรมการฝึก จำนวน 4 คน คือ

- นายวีรวิศ หนองคาย
- นายอำนาจ จันทมนตรี
- จ.ศ.อ.นภา แดงโต
- นายกมล ตันกิมหงส์

2.6 นำโปรแกรมการฝึกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย

2.7 นำโปรแกรมการฝึกที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) แบบกลุ่มทดลองเดี่ยว วัดผลหลายๆครั้งก่อนและหลังการทดลอง (The single group, Pretest-posttest time series design)

$O_1 \quad X \quad O_2 \quad O_3$

- |            |  |
|------------|--|
| X          | หมายถึง การให้โปรแกรมการฝึกกับนักกีฬาเซปักตะกร้อ   |
| $O_1$      | หมายถึง การทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อก่อนการทดลอง  |
| $O_2, O_3$ | หมายถึง การทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 และ ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ตามลำดับ |

โดยที่การทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อจะประกอบไปด้วย

- ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (Legs muscular maximum strength)
- ความสามารถในการเร่งความเร็ว (Acceleration ability)
- ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic flexibility) ของการยืนแยกขา
- พลังกล้ามเนื้อขา (Legs muscular power) ประกอบไปด้วย



- ความสามารถในการกระโดดไกล (วัดทุกตำแหน่ง)
- ความสามารถในการกระโดดฟาด (เฉพาะตำแหน่งหน้าขวา)
- ความสามารถในการกระโดดสกัดกั้น (เฉพาะตำแหน่งหน้าขวา)
- ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)

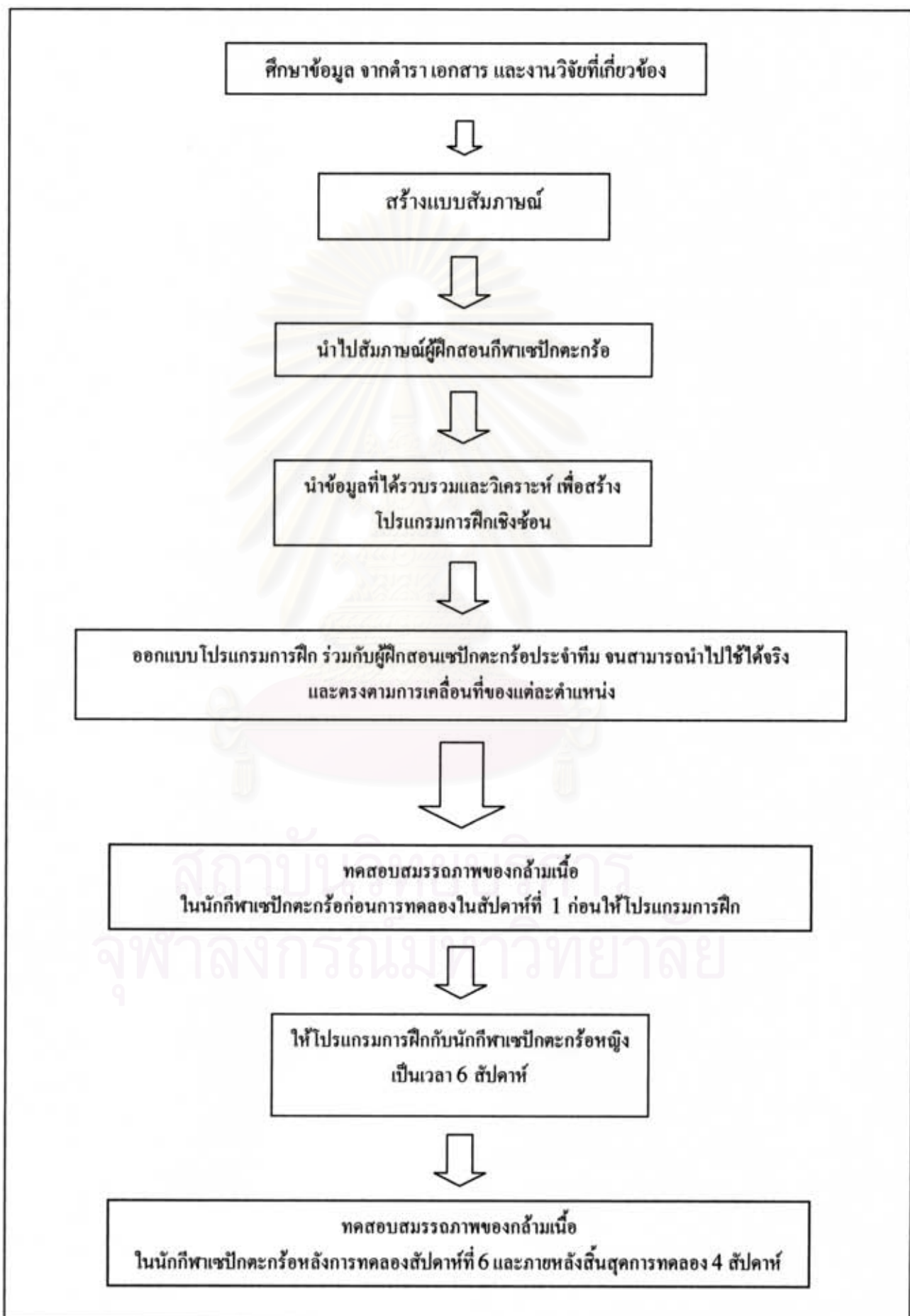
### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอส พี เอส เอส (SPSS 14.0 : Statistical package for the social science computer version 14.0 ) เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean)
2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
3. วิเคราะห์ผลของการทดสอบทุกรายการก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และ ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ ตุกี (เอ) (Tukey a )
4. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิจัย





## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ แล้วจึงนำผลมาวิเคราะห์เสนอในรูปแบบตาราง ประกอบความเรียง และแผนภูมิ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอนดังนี้

**ตอนที่ 1** ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

**ตอนที่ 2** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ภายในกลุ่ม และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของคูกี (เอ) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 3** กราฟค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว		
ก่อนการทดลอง	3.44	0.62
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	4.27	1.25
ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	3.90	0.80

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว เท่ากับ 3.44 หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว เท่ากับ 4.27 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเท่ากับ 3.90



ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
ความสามารถในการเร่งความเร็ว (เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)		
ก่อนการทดลอง	5.14	0.87
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	5.86	0.50
ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	3.39	0.40

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเร่งความเร็ว เท่ากับ 5.14 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเร่งความเร็วเท่ากับ 5.86 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเร่งความเร็วเท่ากับ 3.39 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขา ด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวา ในการยืนแยกขา ด้านหน้า (เซนติเมตร)		
ก่อนการทดลอง	147.13	7.40
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	162.40	7.22
ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	162.27	7.10

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขา ด้านหน้า เท่ากับ 147.13 เซนติเมตร หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาในของการยืนแยกขา ด้านหน้าเท่ากับ 162.40 เซนติเมตร และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขา ด้านหน้าเท่ากับ 162.27 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยื่นแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยื่นแยกขาด้านหน้า (เซนติเมตร)		
ก่อนการทดลอง	144.07	9.73
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	159.73	7.42
ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	162.27	7.60

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยื่นแยกขาด้านหน้า เท่ากับ 144.07 เซนติเมตร หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยื่นแยกขาด้านหน้าเท่ากับ 159.73 เซนติเมตร และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยื่นแยกขาด้านหน้าเท่ากับ 162.27 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขา ด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวา ในการยืนแยกขา ด้านข้าง (เซนติเมตร)		
ก่อนการทดลอง	142.93	9.27
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	161.07	8.66
ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	165.67	11.53

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขา ด้านข้าง เท่ากับ 142.93 เซนติเมตร หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขา ด้านข้างเท่ากับ 161.07 เซนติเมตร และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขา ด้านข้างเท่ากับ 165.67 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้าง (เซนติเมตร)		
ก่อนการทดลอง	144.33	9.65
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	161.47	7.62
ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	166.47	9.07

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้าง เท่ากับ 144.33 เซนติเมตร หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้างเท่ากับ 161.47 เซนติเมตร และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้างเท่ากับ 166.47 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกล ของ ตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
พลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกล (เซนติเมตร)		
ก่อนการทดลอง	186.0	7.18
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	210.8	7.54
ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	210.3	7.21

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกลเท่ากับ 186.0 เซนติเมตร หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกล เท่ากับ 210.8 เซนติเมตร และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกล เท่ากับ 210.3 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาดของตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 5	
	$\bar{X}$	S.D
พลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาด (หน้าขวา) (เซนติเมตร)		
ก่อนการทดลอง	235.6	8.32
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	235.6	8.32
ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	232.4	8.71

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาดเท่ากับ 235.6 เซนติเมตรหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาดเท่ากับ 235.6 เซนติเมตร และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาด เท่ากับ 232.4 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นของ ตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 5	
	$\bar{X}$	S.D
พลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้น(หน้าขวา) (เซนติเมตร)		
ก่อนการทดลอง	156.8	9.15
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	161.8	10.87
ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	154.8	10.03

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการกระโดดสกัดกั้นเท่ากับ 156.8 เซนติเมตรหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการกระโดดสกัดกั้นเท่ากับ 161.8 เซนติเมตร และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการกระโดดสกัดกั้นเท่ากับ 154.8 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

ตัวแปร	N = 15	
	$\bar{X}$	S.D
ความคล่องแคล่วว่องไว (วินาที)		
ก่อนการทดลอง	7.77	0.25
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	7.33	0.20
ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	7.44	0.29

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว เท่ากับ 7.77 วินาที หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว เท่ากับ 7.33 วินาที และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว เท่ากับ 7.44 วินาที

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) ภายในกลุ่ม และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ตามวิธีของ คูกี (เอ) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	28.406	2.029	
ภายในบุคคล	30	12.846	.428	9.438*
ระหว่างการทดลอง	2	5.173	2.586	
ที่เหลือ	28	7.673	.274	
รวม	44	41.252	.938	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28} = 3.34$ )

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 9.438 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของคูกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 16



ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์	$\bar{X}$	3.44	4.27	3.90
ก่อนการทดลอง	3.44	-	0.83*	0.46
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	4.27		-	-0.37
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	3.90			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 0.47)

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความสามารถในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	5.886	.420	
ภายในบุคคล	30	58.992	1.966	64.769*
ระหว่างการทดลอง	2	48.507	24.254	
ที่เหลือ	28	10.485	.374	
รวม	44	64.879	1.475	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28} = 3.34$ )

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 64.769 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของคูกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 18

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์	$\bar{X}$ (m/s <sup>2</sup> )	5.14	5.86	3.39
ก่อนการทดลอง	5.14	-	0.72*	-1.75*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	5.86		-	-2.47*
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	3.39			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 0.55)

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการเร่งความเร็วมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการเร่งความเร็วน้อยกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการขึ้นแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	1070.133	76.438	
ภายในบุคคล	30	3440.667	114.689	28.623*
ระหว่างการทดลอง	2	2310.533	1155.267	
ที่เหลือ	28	1130.133	40.362	
รวม	44	4510.800	102.518	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28} = 3.34$ )

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 28.623 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการขึ้นแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของคูกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 20

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (Cm.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์	(Cm.)	147.13	162.40	162.27
ก่อนการทดลอง	147.13	-	15.27*	15.14*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	162.40		-	-0.13
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	162.27			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 5.72)

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาด้านหน้า มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาด้านหน้า ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	1526.978	109.070	
ภายในบุคคล	30	4293.333	143.111	29.624*
ระหว่างการทดลอง	2	2915.511	1457.756	
ที่เหลือ	28	1377.822	49.208	
รวม	44	5820.311	132.280	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28} = 3.34$ )

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 29.624 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของคูกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 22

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (Cm.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์		144.07	159.73	162.27
ก่อนการทดลอง	144.07	-	15.66*	18.20*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	159.73		-	2.54
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	162.27			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 6.32)

จากตารางที่ 22 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านหน้า ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของชาวเขาในการยื่นแยกขาด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	2809.111	200.651	
ภายในบุคคล	30	5638.000	187.933	46.527*
ระหว่างการศึกษา	2	4333.911	2166.956	
ที่เหลือ	28	1304.089	46.575	
รวม	44	8447.111	191.980	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28} = 3.34$ )

จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 46.527 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของชาวเขาในการยื่นแยกขาด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของคูกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 24

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (Cm.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์	(Cm.)	142.93	161.07	165.67
ก่อนการทดลอง	142.93	-	18.14*	22.74*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	161.07		-	4.60
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	165.67			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 6.15)

จากตารางที่ 24 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาข้าง มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาข้าง ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้างซ้าย ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	2226.311	159.022	
ภายในบุคคล	30	5084.667	169.489	54.284*
ระหว่างการทดลอง	2	4042.178	2021.089	
ที่เหลือ	28	1042.489	37.232	
รวม	44	7310.978	166.159	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28} = 3.34$ )

จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 54.284 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้างซ้าย ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของตุกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 26

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (Cm.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์	(Cm.)	144.33	161.47	166.47
ก่อนการทดลอง	144.33	-	17.14*	22.14*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	161.47		-	5.00
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	166.47			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 5.49)

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านข้าง มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาด้านข้าง ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกลของตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	1753.911	125.279	
ภายในบุคคล	30	6528.667	217.622	171.842*
ระหว่างการทดลอง	2	6036.844	3018.422	
ที่เหลือ	28	491.822	17.565	
รวม	44	8282.578	188.240	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28} = 3.34$ )

จากตารางที่ 27 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 171.842 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกลก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของคูเกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 28

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 28 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกลของตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (Cm.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์	(Cm.)	186.0	210.8	210.3
ก่อนการทดลอง	186.0	-	24.80*	24.30*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	210.8		-	-0.50
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	210.3			-

\* $P < .05$  (ค่าวิกฤต = 3.78)

จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกลมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกลไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดฟาดของตำแหน่งหน้าขวาก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	4	834.400	208.600	
ภายในบุคคล	10	57.333	5.733	5.885*
ระหว่างการทดลอง	2	34.133	17.067	
ที่เหลือ	8	23.200	2.900	
รวม	14	891.733	63.695	

\* $P < .05$  ( $F_{2,8}=4.46$ )

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 5.885 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 4.46 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดไกลก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของคูเกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 30

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของพลังงานเนื้อขาในการกระโดด ฟาดของตำแหน่งหน้าขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (Cm.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์		235.6	235.6	232.4
ก่อนการทดลอง	235.6	-	0.00	-3.20*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	235.6		-	-3.20*
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	232.4			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 3.08)

จากตารางที่ 30 แสดงให้เห็นว่าหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีพลังงานเนื้อขาในการกระโดดฟาดน้อยกว่าก่อนการทดลองและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีพลังงานเนื้อขาในการกระโดดฟาดไม่แตกต่างกับก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นของตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	4	1185.733	296.433	
ภายในบุคคล	10	154.667	15.467	21.081*
ระหว่างการทดลอง	2	130.000	65.000	
ที่เหลือ	8	24.667	3.083	
รวม	14	1340.400	95.743	

\* $P < .05$  ( $F_{2,8} = 4.46$ )

จากตารางที่ 31 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 21.081 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 4.46 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของตุกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 32

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นของตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (Cm.)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์	(Cm.)	156.8	161.8	154.8
ก่อนการทดลอง	156.8	-	5.00*	-2.00
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	161.8		-	-7.00*
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	154.8			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 3.17)

จากตารางที่ 32 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นน้อยกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	14	1.710	.122	
ภายในบุคคล	30	2.416	.081	23.470*
ระหว่างการทดลอง	2	1.513	.757	
ที่เหลือ	28	.903	.032	
รวม	44	4.126	.094	

\* $P < .05$  ( $F_{2,28}=3.34$ )

จากตารางที่ 33 แสดงให้เห็นว่าค่าเอฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน เท่ากับ 23.47 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเอฟจากตารางคือ 3.34 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทราบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีการของซูกี (เอ) ปรากฏผลดังตารางที่ 34

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 34 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไวก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

สัปดาห์	สัปดาห์ $\bar{X}$ (วินาที)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6	หลังสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์
สัปดาห์		7.77	7.33	7.44
ก่อนการทดลอง	7.77	-	-0.44*	-0.33*
หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6	7.33		-	0.11
หลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์	7.44			-

\*P < .05 (ค่าวิกฤต = 0.16)

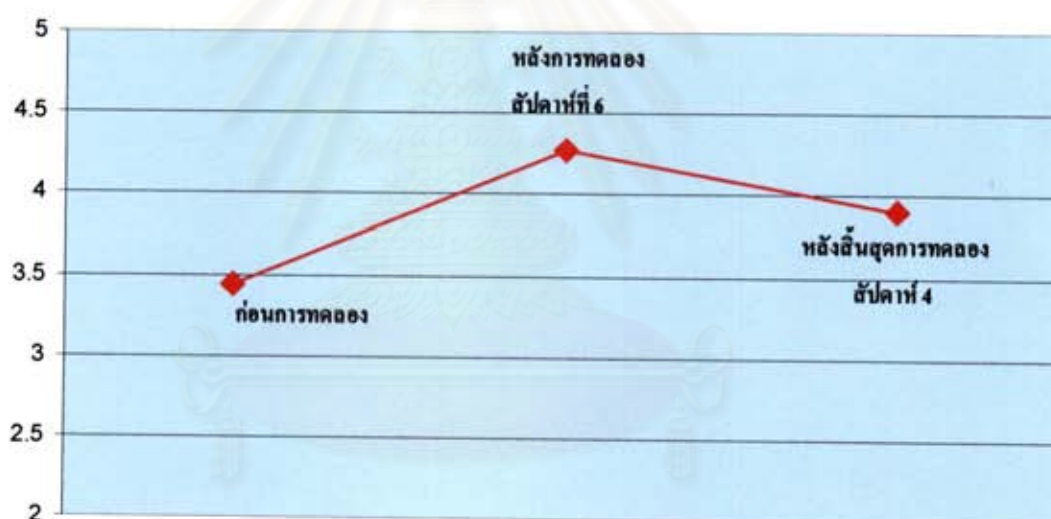
จากตารางที่ 34 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์กลุ่มตัวอย่างมีความคล่องแคล่วว่องไวไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 กราฟค่าเฉลี่ยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์

แผนภูมิที่ 2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด

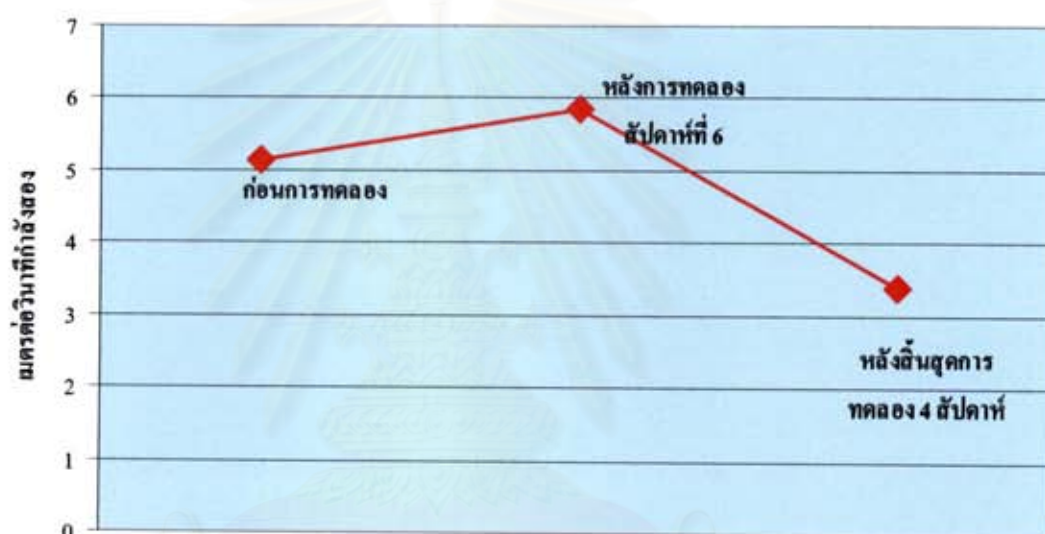
ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความสามารถในการเร่งความเร็ว ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด

ความสามารถในการเร่งความเร็ว

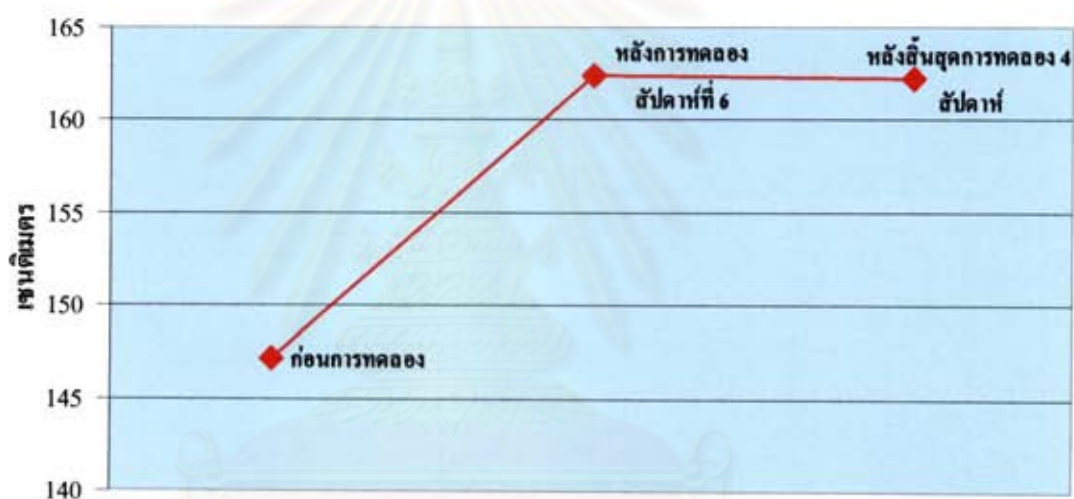


สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการขึ้นแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬา เซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วย น้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด

ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการขึ้นแยกขาด้านหน้า



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

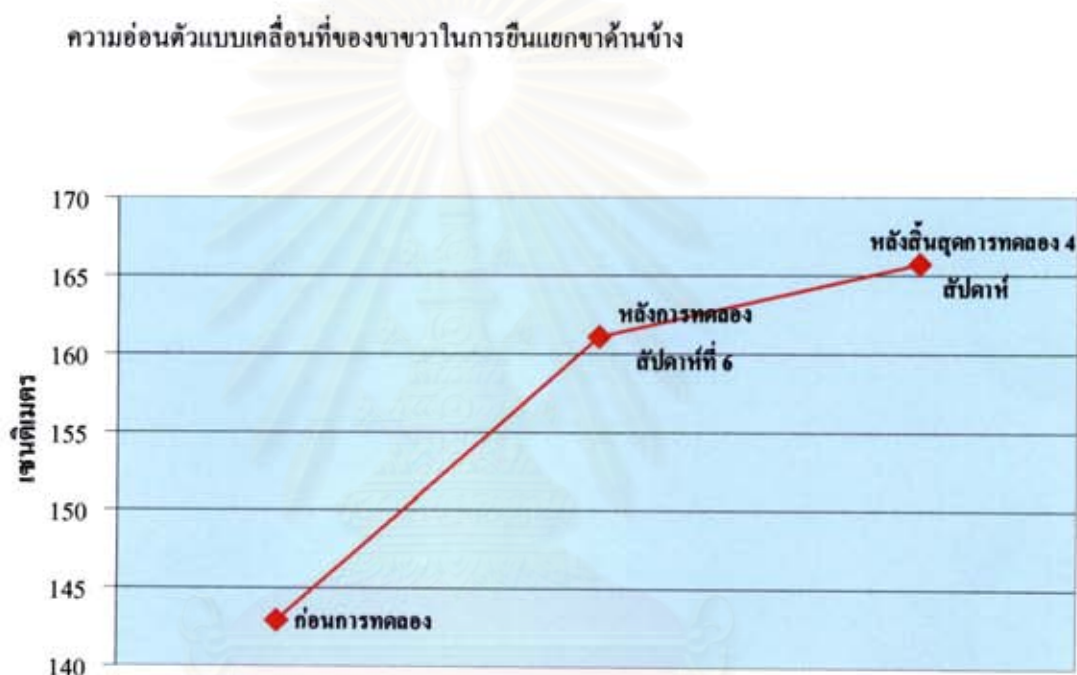
แผนภูมิที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการขึ้นแยกขาด้านหน้า ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬา เซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วย น้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด

ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการขึ้นแยกขาด้านหน้า



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

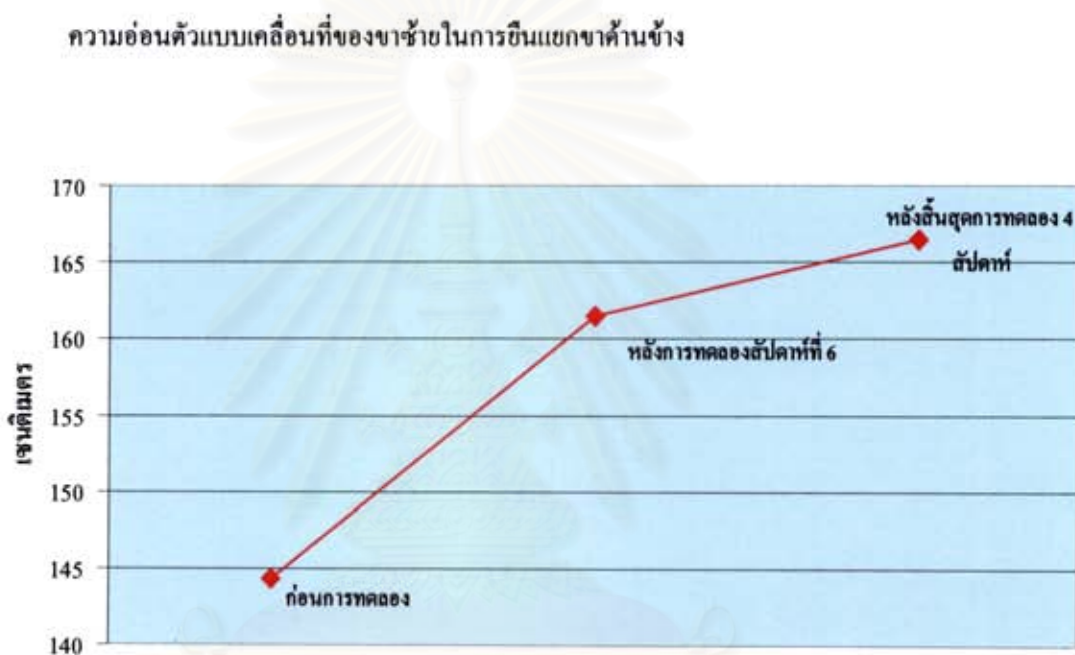
แผนภูมิที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาขวาในการยืนแยกขาข้างข้าง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬา เซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วย น้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

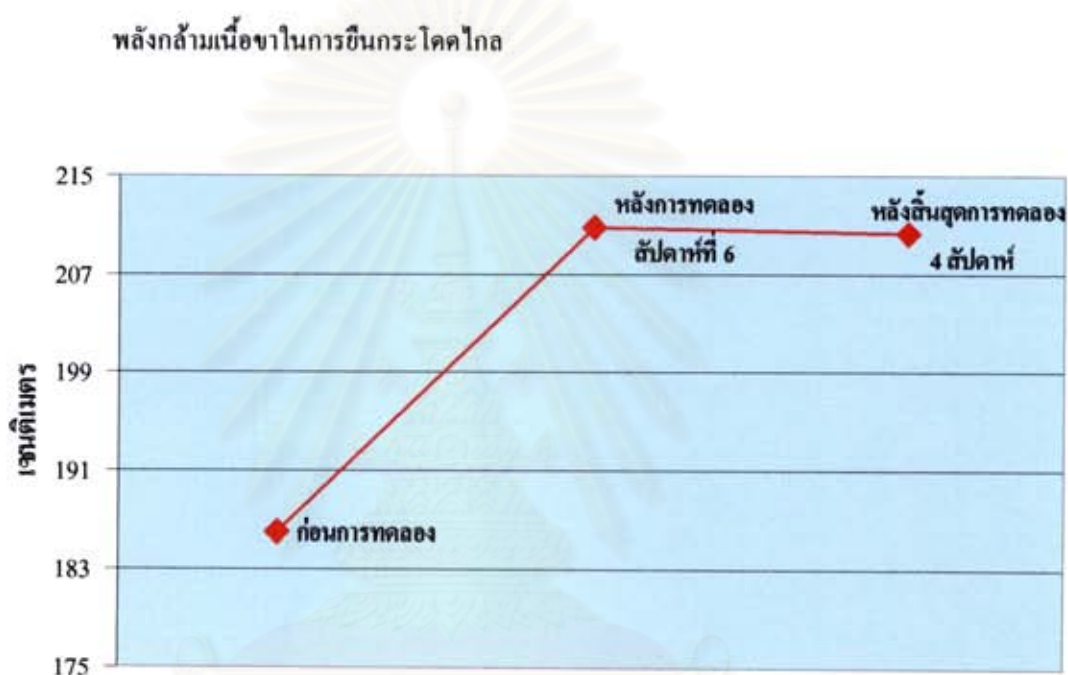


แผนภูมิที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของขาซ้ายในการยืนแยกขาข้างข้างก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด



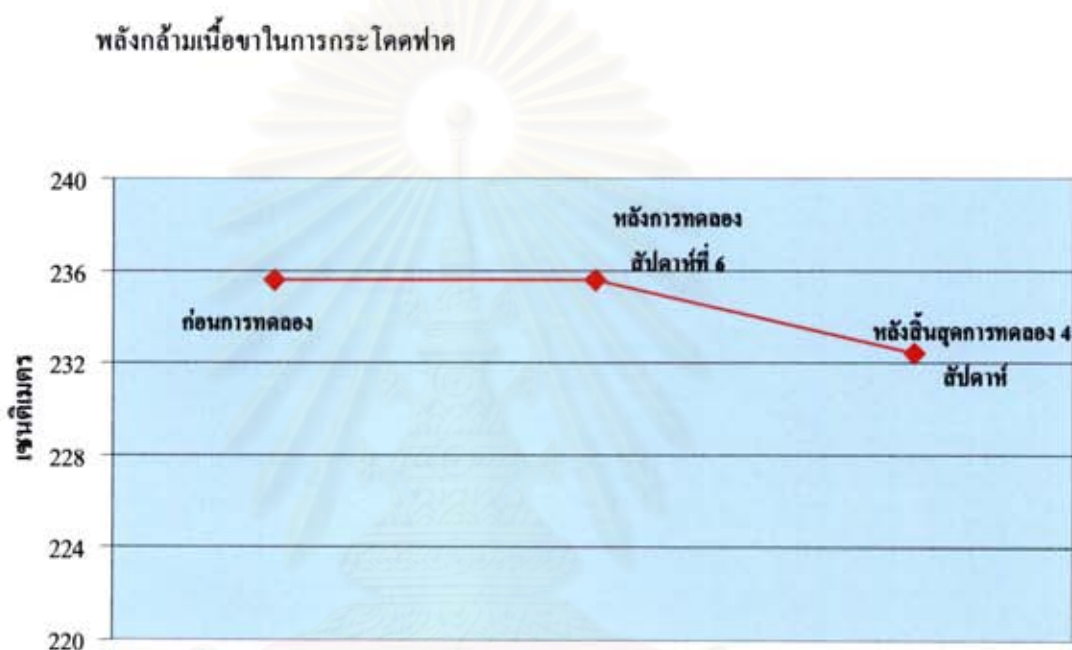
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการขึ้นกระโดดไกลของตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบ ผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

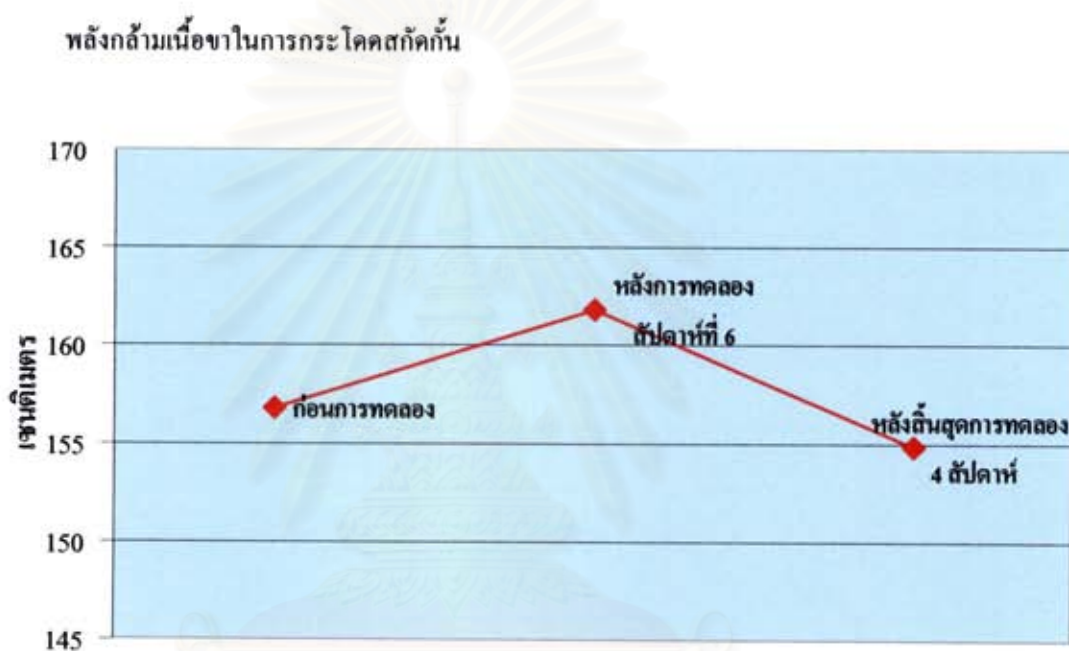
แผนภูมิที่ 9 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดพาดของตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬา เซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

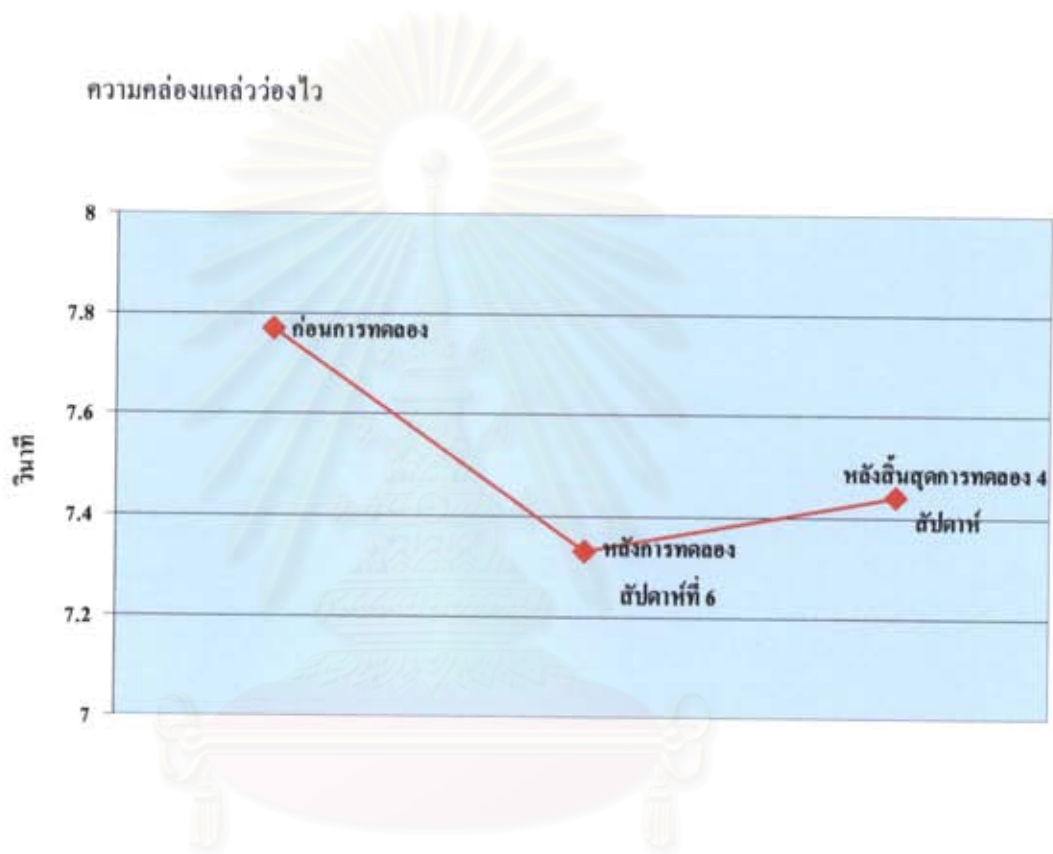


แผนภูมิที่ 10 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของพลังกล้ามเนื้อขาในการกระโดดสกัดกั้นของตำแหน่งหน้าขวา ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬา เซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วย โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วย น้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 11 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของความคล่องแคล่วว่องไว ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย ซึ่งทำการเก็บตัวเพื่อเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ครั้งที่ 24 ทีมเดี่ยวและทีมชุด อายุระหว่าง 19 – 26 ปี จำนวน 15 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยจะทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ความหนักของการฝึกด้วยน้ำหนักจะอยู่ที่ 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม ทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ คือ วันวันอังคารและวันศุกร์ โดยที่นักกีฬาที่เข้าร่วมใน โปรแกรมการฝึกต้องฝึกให้เสร็จก่อนที่จะฝึกตามแบบฝึกปกติในการฝึกซ้อมในแต่ละวันของนักกีฬา ในส่วนของการทดสอบนั้น ได้มีการทดสอบทั้งหมดสามครั้ง คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 และภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ ทำการทดสอบความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อขา และความคล่องแคล่วว่องไว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เอสพีเอสเอส (SPSS 14 : Statistical package for the social science computer version 14) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) หากพบความแตกต่างจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการทดสอบของคูเกีย เอ (Tukey a)

### ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความสามารถในการเร่งความเร็วมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



3. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของการยืนแยกขา ไปด้านหน้า และด้านข้าง ทั้งขาซ้ายและขาขวา มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีพลังกล้ามเนื้อขาของ

- การยืนกระโดดไกล ของตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- การกระโดดฟาด ของตำแหน่งหน้าขวา ไม่แตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- การกระโดดสกัดกั้น ของตำแหน่งหน้าขวา มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความสามารถในการเร่งความเร็วน้อยกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของการยืนแยกขา ไปด้านหน้า และด้านข้าง ทั้งขาซ้ายและขาขวาไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9. ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีพลังกล้ามเนื้อขาของ

- การยืนกระโดดไกลของตำแหน่งหน้าขวา หน้าซ้าย และหลัง ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- การกระโดดฟาด ของตำแหน่งหน้าขวา น้อยกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- การกระโดดสกัดกั้น ของตำแหน่งหน้าขวา น้อยกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

10. ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทยมีความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผลการวิจัย

1. จากสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า การฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด มีผลทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 นักกีฬาที่ได้รับการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด มีสมรรถภาพของกล้ามเนื้อซึ่งประกอบไปด้วยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว พลังกล้ามเนื้อความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว และความคล่องแคล่วว่องไว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน

จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดเป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีผลทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาความแข็งแรง พลังกล้ามเนื้อ และยังสามารถเพิ่มความคล่องแคล่วว่องไวรวมไปถึงความสามารถในการเร่งความเร็ว และ ความอ่อนตัว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ ชู (Chu, 1996) ซึ่งได้กล่าวถึงการฝึกเชิงซ้อนไว้ ว่าเป็นวิธีการฝึกกล้ามเนื้อแบบหนึ่งที่น่ามาใช้ในนักกีฬาที่ต้องการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ไปพร้อมกับพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ โดยใช้กระบวนการสองขั้น คือ ขั้นที่หนึ่งใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูง ในขั้นที่สองใช้การฝึก พลัดิโอเมตริก การฝึกความเร็ว หรือการฝึกทักษะแบบเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬานั้นๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ขั้นที่หนึ่งใช้การฝึกด้วยน้ำหนักที่ใช้ความหนักในระดับสูงเพื่อระดมหน่วยย่นของเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้นักกีฬามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความหนักประมาณ 80% ของหนึ่งอาร์เอ็ม เป็นความหนักที่อยู่ในระยะพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อตามแนวคิดของสโตน และ โอ'ไบรอันท์ (Stone and O'Bryant, 1987) และอยู่ในวงจรความแข็งแรงและพลังตามแนวคิดของ โอ'เชอ (O'Shea, 2000) ซึ่งเป็นความหนักที่ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวเร็วชนิดที่เมื่อยล้าง่าย ถูกระดมมาทำงานเป็นส่วนใหญ่ และการใช้น้ำหนักระดับสูงและจังหวะที่เร็วในการฝึกน้ำหนักขั้นที่หนึ่งนั้นนอกจากจะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้มีการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบอมปา (Bompa, 1993) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ความหนักระดับสูงด้วยการให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แล้วตามด้วยหดตัวแบบความยาวลดลงอย่างแรงและรวดเร็วนั้นเป็นการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่มีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น ส่วนในขั้นที่สอง การวิจัยครั้งนี้กำหนดให้เป็นการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด ซึ่งเป็นการนำเอาการฝึกพลัดิโอเมตริก การฝึกความเร็ว และการฝึกทักษะแบบเฉพาะเจาะจงกับชนิดกีฬานั้นๆ มาผสมผสานกัน โดยอาศัยหลักการของพลัดิโอเมตริก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรเหยียด - ตึง



(Stretch – shorten cycle) นั่นก็คือการให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบความยาวเพิ่มขึ้น (Eccentric contraction) อย่างรวดเร็วแล้วตามด้วยการหดตัวแบบความยาวลดลง (Concentric contraction) อย่างเต็มที่ ซึ่งจะมีผลทำให้การหดตัวแบบความยาวลดลงได้แรงเพิ่มมากขึ้น ในการฝึกขั้นนี้จะมีการพัฒนาขึ้นของพลังกล้ามเนื้อและความเร็ว เนื่องจากหลังจากที่ทำการฝึกด้วยน้ำหนักในระดับสูงมาแล้วนั้น กล้ามเนื้อจะมีการปรับตัวของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยการเพิ่มการกระตุ้นเส้นใยประสาทและการเสริมฤทธิ์ของรีเฟล็กซ์ ความเมื่อยล้าที่เกิดจากการฝึกด้วยน้ำหนักระดับสูง จะเป็นแรงกระตุ้นให้มีการระดมหน่วยย่นคมาทำงานเพิ่มมากขึ้น (Chu, 1996) ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกระดมมาทำงานเพิ่มขึ้นนี้เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อมีพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น โดยสรุปก็คือ การฝึกเชิงซ้อนสามารถทำให้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาความแข็งแรง และพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อที่ได้มาจากการฝึกด้วยน้ำหนักและการฝึกการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดซึ่งทั้งสองส่วนทำงานร่วมกัน สอดคล้องกับการวิจัยของชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ (2544) ซึ่งพบว่า การฝึกเชิงซ้อน มีผลต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงสูงสุดแบบไอโซโทนิคของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ที่มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของการเร่งความเร็วนั้นจะใช้หลักการเดียวกันกับการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อ เพราะความสามารถในการเร่งความเร็วเป็นรูปแบบหนึ่งของพลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในสถานการณ์ของการแข่งขันกีฬา กล้ามเนื้อที่ใช้ในการเร่งความเร็วนั้นเป็นกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวได้เร็วเป็นส่วนใหญ่ การฝึกด้วยน้ำหนักเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อจึงจำเป็นต้องใช้ความหนักในระดับสูงเนื่องจากสามารถระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมาทำงานได้มาก ส่วนหลักการของการพัฒนาความเร็วนั้นได้แนวคิดมาจากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ที่กล่าวว่าอัตราเร่งของวัตถุได้สัดส่วนกับแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ซึ่งหมายความว่า ถ้าเราเพิ่มแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ให้มากขึ้น อัตราเร่งก็จะมากขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้การฝึกด้วยน้ำหนักในระดับสูงของการฝึกเชิงซ้อน ซึ่งเป็นการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวเร็วมาทำงานจึงเป็นการเพิ่มแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ต่อไป ดังนั้นนักกีฬาก็จะมีแรงมากพอที่จะสามารถเอาชนะน้ำหนักตัวได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ (2545) ที่ได้ค้นพบว่า การฝึกเชิงซ้อนเป็นเวลา 6 สัปดาห์มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการเร่งความเร็วได้มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคล่องแคล่วว่องไวที่พบว่าเพิ่มขึ้นนั้น บอมปา (Bompa, 1999) ได้กล่าวไว้ว่า ความคล่องแคล่วว่องไวจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบสี่ส่วนด้วยกันคือ ความเร็ว พลังกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ และการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อทุกส่วน โดยที่ทั้งสี่ส่วนนี้จะทำงานสนับสนุนซึ่งกันและกัน และในเมื่อการฝึกเชิงซ้อน ทำให้องค์ประกอบความคล่องแคล่วว่องไว นั่นก็คือความเร็วและพลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มขึ้นด้วยซึ่งก็สอดคล้องกับการวิจัยของเฉลิมวุฒิ อากานูต (2548) ที่ได้พบว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสาน



การฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดมีผลให้นักกีฬามีความคล่องแคล่วว่องไวเพิ่มมากขึ้นและยังมีผลทำให้พลังระเบิดกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการเร่งความเร็ว รวมไปถึงพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ของสะโพกอีกด้วย

2. ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าสมรรถภาพของกล้ามเนื้อซึ่งประกอบไปด้วยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว พลังกล้ามเนื้อของการขึ้นกระโดดไกล ความอ่อนตัวและความคล่องแคล่วว่องไว ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน อาจเนื่องมาจากนักกีฬายังคงมีการฝึกซ้อมอยู่เป็นประจำไม่ได้หยุดการฝึกซ้อมปกติแต่อย่างใด จึงทำให้ร่างกายยังคงสภาพอยู่ได้ แต่เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยแล้วก็พบว่ามีความโน้มที่จะลดลง ยกเว้นความอ่อนตัวที่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น แต่ก็ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นเพราะก่อนการฝึกซ้อมและหลังจากการฝึกซ้อมทุกครั้ง นักกีฬาเซปักตะกร้อจะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างสม่ำเสมอเป็นประจำ จึงทำให้ความอ่อนตัวมีการพัฒนาที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนความสามารถในการเร่งความเร็ว พลังกล้ามเนื้อขาของการกระโดดสกัดกั้น และพลังกล้ามเนื้อขาของการกระโดดฟาดซึ่งเป็นพลังของกล้ามเนื้อขาพบว่ามีค่าน้อยกว่าหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากสมรรถภาพของกล้ามเนื้อข้างต้นมาจากการทำงานของพลังกล้ามเนื้อ ซึ่งเมื่อหลังจากการหยุดฝึกเชิงซ้อนเป็นเวลาทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ ก็จะเป็นการหยุดการฝึกด้วยน้ำหนักไปด้วย ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง และยังส่งผลต่อไปถึงพลังของกล้ามเนื้อและความเร็วให้ลดลงด้วยซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของยีสซิส (Yessis, 1994) ที่กล่าวไว้ว่าพลังเป็นผลคูณระหว่างความเร็ว กับความแข็งแรง ดังนั้นเมื่อความแข็งแรงลดลง พลังกล้ามเนื้อ และความเร็วก็ลดลงไปด้วย และเหตุผลสนับสนุนอีกข้อหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ โดยที่บอมปา(Bompa,1993) ได้สรุปไว้ว่าการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการฝึกนั้นมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทที่ทำให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น และ เอเบิน และวัตต์ (Ebben and Watts,1998) ก็ยังได้กล่าวไว้ดีกว่าระบบประสาทกล้ามเนื้อ เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดจากการฝึกเชิงซ้อน ดังนั้นเมื่อทำการหยุดฝึก การระดมหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อและการทำงานประสานกันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อจึงลดการทำงานลงไปด้วย จึงส่งผลให้ความสามารถในการเร่งความเร็ว การกระโดดสกัดกั้น และการกระโดดฟาดลดลง

แต่เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยจะพบว่าการขึ้นกระโดดไกลซึ่งเป็นพลังกล้ามเนื้อเหมือนกัน ถึงแม้จะมีแนวโน้มลดลงแต่ก็ไม่แตกต่างกับหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งถ้าพิจารณาจากองค์ประกอบของทักษะการขึ้นกระโดดไกล จะพบว่าทักษะการขึ้นกระโดดไกลไม่ได้ประกอบไปด้วยพลังกล้ามเนื้อขาเพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบไปด้วยความอ่อนตัว และแรงในการเหวี่ยงแขนอีกด้วยซึ่งสามารถอธิบายได้จากการวิจัยของ สุรีย์ อรรถกร

(2535) เป็นการวิจัยเรื่องผลการฝึกความอ่อนตัวที่มีต่อการยืนกระโดดไกล พบว่าความอ่อนตัวมีผลต่อระยะทางในการยืนกระโดดไกล ด้วยเหตุนี้จึงอาจเป็นเหตุผลที่ทำให้พลังกล้ามเนื้อของการยืนกระโดดไกลของนักกีฬาตะกร้อภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ไม่แตกต่างกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ก็เป็นไปได้ เนื่องจากนักกีฬาเซปักตะกร้อตะกร้อมีความอ่อนตัวสูง

สรุปได้ว่าการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิดสามารถทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยเพิ่มขึ้นได้ภายใน 6 สัปดาห์ และสมรรถภาพของกล้ามเนื้อจะมีแนวโน้มลดประสิทธิภาพลงเมื่อทำการหยุดฝึกหรือฝึกไม่เป็นประจำภายในระยะเวลา 4 สัปดาห์

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

1. จากการวิจัยพบว่าโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิด มีผลทำให้สมรรถภาพของกล้ามเนื้อซึ่งประกอบไปด้วยความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาต่อน้ำหนักตัว ความสามารถในการเร่งความเร็ว ความอ่อนตัว พลังกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไว ในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทยเพิ่มขึ้นได้ภายใน 6 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬาและนักกีฬา ให้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของรูปแบบการฝึกซ้อมช่วงก่อนการแข่งขัน(Pre-competition period) เพื่อช่วยเพิ่มสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ ประหยัดเวลาในการฝึก และสามารถนำไปใช้ฝึกกับนักกีฬาที่มีจำนวนมากได้

2. ในชนิดกีฬาที่ต้องการความหลากหลายในการใช้กล้ามเนื้ออย่างเช่นกีฬาตะกร้อ ไม่ว่าจะเป็ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความเร็ว ความอ่อนตัว พลังของกล้ามเนื้อ และความคล่องแคล่วว่องไว โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนควรจัดทำทางการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิดให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับทักษะกีฬาตะกร้อ ตามลักษณะการใช้กล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับทักษะและตำแหน่งของนักกีฬา จนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์แข่งขันกีฬาที่แท้จริงได้

3. การฝึกโปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิด ควรจัดให้มีการฝึกก่อนกิจกรรมอื่นๆ เพื่อนักกีฬาจะได้ทำการฝึกในระดับความหนักที่ต้องการจริงๆ

4. โปรแกรมการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิด อาจมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในกล้ามเนื้อและข้อต่อที่ใช้ในการฝึก ดังนั้นนักกีฬา



จำเป็นต้องได้รับคำแนะนำต่างๆจากผู้ฝึกเพื่อให้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดในการฝึกได้

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวที่ในลักษณะแรงระเบิด ที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อเกี่ยวกับกีฬานิกอื่น ๆ
2. ควรมีการศึกษาระยะเวลาของการคงอยู่ของผลของการฝึกหลังการทดลองอย่างแท้จริง เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนกำหนดโปรแกรมการฝึกต่อไป



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- การท่องเที่ยวและกีฬา,กระทรวง. แผนพัฒนาการกีฬาแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2550 – 2554) กรุงเทพมหานคร: กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2550.
- เจริญ กระบวนรัตน์. เทคนิคการฝึกความเร็ว. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาศาสตร์การศึกษาระดับศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.
- เฉลิมวุฒิ อากานุกูล. ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนไหวในลักษณะแรงระเบิดที่มีต่อการพัฒนาความคล่องแคล่วว่องไวของนักกีฬารักบี้ฟุตบอล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตแขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- ชรินทร์ชัย อินทிரากรณ์. การเปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกควบคู่การฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกพลัยโอเมตริกด้วยน้ำหนัก และการฝึกเชิงซ้อน ที่มีต่อการพัฒนาพลังกล้ามเนื้อขา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ชรินทร์ชัย อินทிரากรณ์. ผลของการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อการเร่งความเร็วของนักวิ่ง 100 เมตร ทีมชาติไทย. รายงานผลการวิจัย ทุนการกีฬาแห่งประเทศไทย, 2545.
- ชัยสิทธิ์ ภาวิลาสและคณะ. การวิเคราะห์ความเร็วลูก และความแม่นยำในการเสิร์ฟของนักเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา. (2544):129 -165.
- ชัยสิทธิ์ ภาวิลาสและคณะ. สมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงเฉพาะตำแหน่ง. รายงานการวิจัยฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย ร่วมกับสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2545.
- ชูศักดิ์ เวชแพทย์. สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพฯ: ดวงกมลการพิมพ์, 2536.
- คุณวรรณ จักรพันธุ์. วิทยาศาสตร์การกีฬา 1. เอกสารประกอบการสอน สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร. สมรรถภาพที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ. วารสารครุศาสตร์. (ค.ค.- ธ.ค. 31) : 15-21.
- ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร และกุลธิดา เจริญสะอาด. ปทานานุกรมศัพท์กีฬา พลศึกษา และวิทยาศาสตร์การกีฬา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

- ธีรวัฒน์ ศิลปอาษา. ผลของการฝึกด้วยน้ำหนักและฝึกพลัยโอเมตริกที่มีต่อความสามารถในการกระโดดของนักเซปักตะกร้อชาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.
- นาทรพี ผลใหญ่. ผลของการฝึกเสริมด้วยการฝึกเชิงซ้อนที่มีต่อความสามารถในการยิงประตูฟุตบอล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- ภาณุวัตร นุชอุดม. การศึกษาสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- วิบูลย์ ชลานันต์. การพัฒนาแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับคนไทยวัยผู้ใหญ่ตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- วัฒนา วัฒนาภา (บรรณาธิการ). **สรีรวิทยา 1**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2547.
- วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษมและคณะ. **กีฬาเวชศาสตร์ (Sports Medicine)**. กรุงเทพมหานคร: พี.บี. ฟอเรนบุคส์ เซ็นเตอร์, 2537.
- แวน วัฒนะพันธุ์. การวิเคราะห์ทางชีวกลศาสตร์ของทักษะการฟาดแบบตีลังกาของนักกีฬาเซปักตะกร้อไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- ศิลปชัย สุวรรณธาดา. จิตวิทยาการกีฬา. วารสารสุขศึกษา พลศึกษาและทันตนาการ. 14 (เมษายน 2531) : 1 – 10
- สนธยา ลีละมาด. หลักการฝึกกีฬาสำหรับผู้ฝึกสอนกีฬา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- สมบัติ กาญจนกิจ และ สมหญิง จันทรุ ไทย. จิตวิทยาการกีฬา แนวคิด ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- สุรีย์ อรรถกร. ผลการฝึกความอ่อนตัวที่มีผลต่อการยืนกระโดดไกล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535

### ภาษาอังกฤษ

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

- Anshel, M. **Sport psychology: From theory to practice**. Scottsdale, AZ : Gorsush Scarisbrik, 1990.
- Baechle, T.R. **Essentials of strength training and conditioning**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994.
- Baker, D. Acute and long - term power responses to power training: Observations on the training of an elite power athlete. **National Strength and Conditioning Association Journal** 23 (February 2001): 47 - 56.
- Bloomfield, J., Ackland, T.R., and Elliott, B.C. **Applied anatomy and biomechanics in sport**. Melbourne ; Blackwell Scientific Publications, 1994.
- Bompa, O. **Periodization of strength : the new wave in strength training**. Toronto :Veritas Publishing, 1993.
- Bompa, O., and Cornacchia, J. **Serious strength training**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
- Bompa, O. **Periodization training for sports: Agility and strength training**. Toronto: Veritas Publishing, 1999.
- Bruggemann, G., and Glad, B. Time analysis of the sprint events. In G. bruggmann, And B.Glad (eds.). **Scientific Research Project at the games of the XXXIV<sup>th</sup> Olympiad – seoul 1988**, pp. 11-89. Monaco : Internatinal Athletic Foundation, 1990.
- Chu, D.A. **Explosive power & strength**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.
- Corbin, C.B. and R.Lindsey. **Concept of Physical Fitness with Laboratories**. 6<sup>th</sup> ed. Iowa : Wm.C.Brown publishers, 1988.
- Dintiman, G., Ward, B., and Tellez, T. **Sport speed**. 2 nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
- Dodd, D.J., and B.A. Alvar. Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. **J.Strength Cond.Res.** 21(4):1177-1182.2007.
- Ebben, W.P., and Watts, P.B. A Review of Combined weight training and plyometric training Modes :Complex. **National Strength and Conditioning**



- Association Journal** (October 1998): 18-27.
- Ebben, W. P. Complex training: A brief review. **J. Sports Sci. & Med.**, (2002): 1, 42- 46.
- Fox, Edward L., Timothy E. Kirby and Roberts Fox. **Bases of Fitness**. New York : Macmillan Publishing company, 1987.
- Getchell, B. **Physical Fitness : A way of Life**, pp. 9 – 10. New York : John Wilry & Sons, Inc, 1979.
- Greenberg, J., G.B. Dintiman and B.M. Oakess. **Physical fitness and Wellness**. Boston : Allyn and Bacon, 1998.
- Hoeger, W.W.K. **Lifetime physical fitness and wellness**. 2 nd ed. Colorado : Morton Publishing, 1989.
- Hydock, D. The weightlifting pull in power development. **National Strength and Conditioning Association Journal** (February 2001): 32 – 37.
- Karp, J.R. Muscle fiber types and training. **National Strength and Conditioning Association Journal** (October 2001): 21-26.
- Kirkendall, D.R., J.J. Gruder and R.D. Johnson. **Measurement and Evaluation for Physical Educator**, pp. 540. Dubuque, Iowa : Wm.C. Brown Publishers, 1980.
- Kotzamanidis, C., D. Chatzopoulos, C. Michailidis, G. Papaikovou, and D. Patikas. The effect of a combined high-intensity strength and speed training programe on the running and jumping ability of soccer players. **J. Strength Cond. Res.** 19(2):369-375. 2005.
- Kraemer, W.J. Neuroendocrine responses to resistance exercise. In T.R. Baechle (ed.), **Essentials of strength training and conditioning**, pp. 86 – 107. Champaign, IL: Hyman Kinetics, 1994.
- Luaber, C.A. The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and weight training and plyometric training: **Dissertation Abstracts International**. 31 (1993): 1465-A.
- McArdle, D., Katch, L., and Katch, L. **Exercise physiology**. 4 th ed. Baltimore : Williams & Wilkins, 1996.
- Mathew, D.K. **Measurement in Physical Education**, pp. 4 – 5. Philadelphia : W.B. Saunders

company, 1978

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

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

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

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

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

Power, S.K. and S.L.Dodd. **The essentials of total fitness exercise nutrition and wellness**. Kansas : Allyn & Bacon, Inc, 1997.

Prentice WE. **Rehabilitation techniques in sports medicine**. St Louis : Times Mirror/Mosby, 1983 :34.

Safrit, M.J. **Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science**. 2nd ed. Missouri : The C.V. Mosby Company, 1990.

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

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

Singh, Hardayal. **Sport Training, General Theory B.Methods**. India : Phylkian Press, 1984.

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

Stone, M., H. Literature review : Explosive exercises and training. **National Strength and**

**Conditioning Association Journal** 15(1993): 7 - 15.

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

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

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

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

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

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

Wuest, D.A. and C.A.Bucher. **Foundations of Physical Education and Sport.** Missouri : Mosby – Year Book Company, Inc,1991.

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

Yessis, M. Integrating plyometrics with strength training. **Fitness and Sports review** 28(1995) : 113 – 116.

Young, W.B. Training for speed – strength : Heavy versus light loads. **National Strength and Conditioning Association Journal** 15 (1993): 34 - 42.

Young, W.B., and Pryor, J. Resistance Training for Short Sprints and Maximum – speed Sprint, **National Strength and Conditioning Association Journal** (April, 2001): 7-13.





ต้นฉบับไม่มีหน้านี้  
NO THIS PAGE IN ORIGINAL

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปแบบการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับ  
การเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด

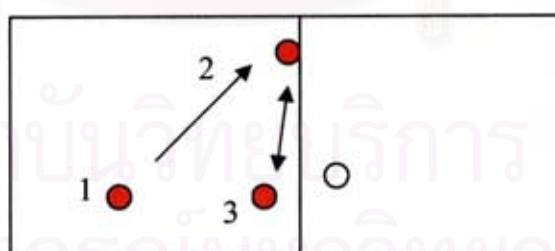
โปรแกรมการฝึกน้ำหนักในสัปดาห์ที่ 1-6

รายละเอียดโปรแกรมการฝึก	สัปดาห์ที่ 1-6
น้ำหนักของการฝึกด้วยน้ำหนัก (% 1 RM )	ประมาณ 80 %
จำนวนครั้งในการฝึกด้วยน้ำหนัก (ครั้ง)	6
จังหวะในการฝึกแต่ละครั้ง	เร็วที่สุด
จำนวนชุดในการฝึกด้วยน้ำหนัก	3
ระยะเวลาพักระหว่างชุด (นาที)	3-5

การฝึกด้วยน้ำหนัก ใช้ท่าแบกน้ำหนักย่อตัวให้เข้าเป็นมุม 135 องศา แล้วยืดตัวขึ้นมาอยู่ในท่ายืนตรงพร้อมกับยกสันเท้าขึ้นจากพื้น

และ การเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ กำหนดเวลาการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิด 20 วินาที เท่ากันในทุกตำแหน่ง

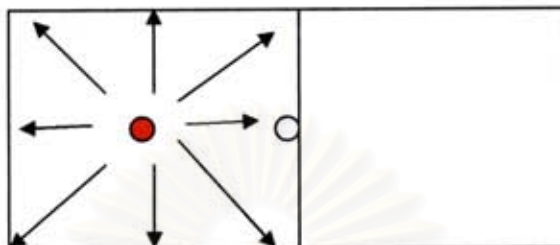
ตำแหน่งหน้าขวา ลักษณะการเคลื่อนที่ของตำแหน่งหน้าขวา ซึ่งเป็นตัวทำนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างไปจากตำแหน่งหน้าซ้ายและตำแหน่งหลัง เพราะจะมีการเคลื่อนที่ที่เป็นการรุกทำแต้มเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหมายความรวมไปถึงทั้งการกระโดดสกัดกั้น และการกระโดดฟาด



กำหนดให้ ● คือนักกีฬาเซปักตะกร้อตำแหน่งหน้าขวา ซึ่งต้องเคลื่อนที่ไปรับลูกตะกร้อที่ผู้ฝึกสอนทำการโยนในสนามตะกร้อตำแหน่งที่ 1 ต่อด้วยการวิ่งไปกระโดดสกัดกั้นในตำแหน่งที่ 2 และตามด้วยการกระโดดขึ้นฟาดในตำแหน่งที่ 3 ทำเช่นนี้ต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนดไว้ 20 วินาที เน้นให้นักกีฬารับลูกให้ทันและขึ้นกระโดดสกัดกั้น และกระโดดฟาดอย่างแม่นยำด้วย

○ คือผู้ฝึกสอน ซึ่งต้องโยนลูกตะกร้อให้นักกีฬาอย่างหลังจากที่นักกีฬาทำการฝึกด้วยน้ำหนักเสร็จในทันที กำหนดให้โยนลูกตะกร้อต่อเนื่องกันไปอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 วินาที

ตำแหน่งหน้าซ้ายและหลัง ลักษณะการเคลื่อนที่ของทั้งสองตำแหน่งจะคล้ายคลึงกัน แต่อาจมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบในการรับลูกบ้างในตำแหน่งหน้าซ้ายซึ่งเป็นตัวซง อาจมีการกระโดดสกัดกันหรือเหยียบลูกด้วยในบางจังหวะ ทั้งนี้ต้องแล้วแต่ที่ผู้ฝึกสอนจะทำการ โยนลูกแบบใดให้กับนักกีฬา



กำหนดให้ ● คือนักกีฬาเซปักตะกร้อ ซึ่งต้องเคลื่อนที่ไปรับลูกตะกร้อที่ผู้ฝึกสอนทำการโยนในสนามตะกร้ออย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนดไว้ 20 วินาที เน้นให้นักกีฬารับลูกให้ทันและเตะลูกตะกร้ออย่างแม่นยำด้วย

○ คือผู้ฝึกสอน ต้อง โยนลูกตะกร้อให้นักกีฬาอย่างต่อเนื่องเน้นระยาะการก้าวของนักกีฬาให้มีช่วงที่กว้างและทำต่อเนื่องหลังจากที่นักกีฬาทำการฝึกด้วยน้ำหนักเสร็จในทันทีเป็นเวลา 20 วินาที

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## แบบบันทึกข้อมูล การทดสอบสมรรถภาพนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมหญิง

การทดสอบครั้งที่ ..... วันที่.....

ชื่อ-สกุล .....ชื่อเล่น.....

อายุ.....ปี น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

วัน/เดือน/ปี เกิด.....

### ตำแหน่งที่เล่น

หน้าขวา  หน้าซ้าย  หลัง

#### 1. Acceleration ability 5 M.

Time.....sec Speed.....m/s

#### 2. Agility test 24 M. (T-test)

Time.....sec Speed.....m/s

3. ความกว้างในการยื่นแขนเท้าด้านหน้า ขวา.....เซนติเมตร ซ้าย.....เซนติเมตร

ความกว้างในการยื่นแขนเท้าด้านข้าง ขวา.....เซนติเมตร ซ้าย.....เซนติเมตร

#### 4. พลังกล้ามเนื้อขา (Legs muscular power)

ยื่นกระโดดไกล (ทุกตำแหน่ง) .....เซนติเมตร

ความสูงการกระโดดสกัดกั้น (เฉพาะหน้าขวา) .....เซนติเมตร

ความสูงการกระโดดฟาด (เฉพาะหน้าขวา) .....เซนติเมตร

5. ความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา (Legs muscular strength) ..... กิโลกรัม จำนวน.....ครั้ง



ภาคผนวก ค

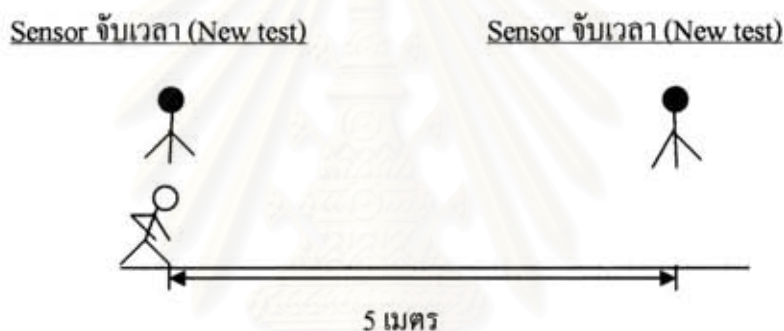
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## วิธีการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

ทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (Legs muscular maximum strength) ใช้ “Weight machine” ทำเลกเพรส (Legs press) โดยการหา 1RM มีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว

ความสามารถในการเร่งความเร็ว (Acceleration ability) ให้วิ่งเร็วเป็นระยะทาง 5 เมตร ใช้เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์โทมเมอร์ sw – 300 ซึ่งเป็นกล้องสองตัวใช้จับเวลาตั้งแต่เริ่มวิ่งจนถึงจุดสิ้นสุด



ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic flexibility) ใช้การยืนแยกขา โดยวัดความกว้างที่เท้าสามารถแยกออกไปได้กว้างที่สุดและสามารถยกเท้ากลับมายังจุดเริ่มต้นได้โดยวัดระยะทางจากจุดเริ่มต้นจนถึงปลายเท้า ทั้งด้านหน้าและด้านข้าง ขาซ้ายและขาขวาด้วยเทปวัดระยะ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

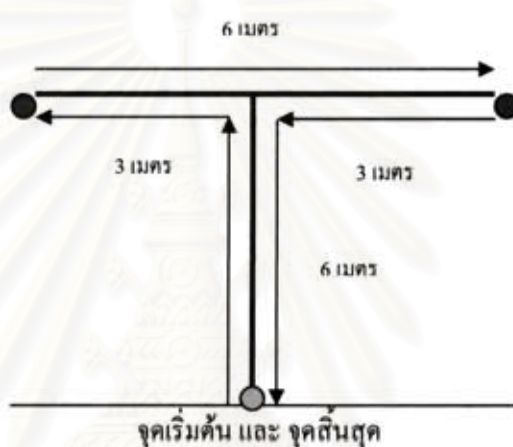
พลังกล้ามเนื้อขา (Legs muscular power) ซึ่งจะประกอบไปด้วยความสามารถในการขึ้นกระโดดไกล ใช้แผ่นวัดระยะการขึ้นกระโดดไกลเป็นตัววัด โดยที่ให้นักกีฬากระโดดจากจุดเริ่มต้นด้วยขาคู่ และกระโดดออกไปโดยวัดระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดที่ไกลที่สุดของเท้าที่กระโดดออกไปได้ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ความสามารถในการกระโดดสกัดกัน (เฉพาะตำแหน่งหน้าขวา) ใช้ลูกตะกร้อแขวนลงมาจากที่สูงตำแหน่งบริเวณหน้าตาข่าย และให้นักกีฬากระโดดทำทางเดียวกับที่ใช้ในการสกัดกันจริงๆ วัดความสูงจากพื้นถึงตำแหน่งที่สะโพกแตะกับลูกตะกร้อด้วยอุปกรณ์วัดระยะความสูง มีหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร



ความสามารถในการกระโดดฟาด (เฉพาะตำแหน่งหน้าขวา) ใช้ลูกตะกร้อแขวนลงมาจากที่สูง และให้นักกีฬากระโดดฟาดเป็นเต็มวง และเท้าโดนลูกตะกร้อเต็มใบ วัดความสูงจากพื้นถึงตำแหน่งที่เท้าฟาด โคนลูกตะกร้อเต็มใบด้วยอุปกรณ์วัดระยะความสูง มีหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) ใช้แบบทดสอบที-เทสต์ (T-test) ตามสนามตะกร้อ กำหนดให้ เริ่มวิ่งจากจุดเริ่มต้นไปด้านหน้า 6 เมตร สไลด์ไปด้านซ้าย-ขวา เพื่อเตะตะกร้อข้างละ 3 เมตร และวิ่งกลับมายังจุดเริ่มต้นระยะทาง 6 เมตร รวมระยะทางไปและกลับ 24 เมตร ใช้เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์โทมเมอร์ sw – 300 เป็นตัวจับเวลา และค่าความเร็วในการวิ่ง



- คือ ลูกตะกร้อที่แขวนไว้ นักกีฬาต้องสไลด์ไปด้านข้างเพื่อเตะลูกตะกร้อ
- คือ เครื่องนิวเทสต์ เพาเวอร์โทมเมอร์ sw – 300 เป็นกล่องสองตัว ใช้จับเวลาตั้งแต่เริ่มวิ่งจนถึงจุดสิ้นสุด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบสัมภาษณ์การวิจัย

### เรื่อง

ผลของการฝึกเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรง  
ระเบิดที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย

#### ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

##### 1.1 เพศ

- ( ) ชาย  
( ) หญิง

##### 1.2 อายุ ..... ปี

##### 1.3 เป็นผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อระดับ

- ( ) ทีมชาติ  
( ) อื่นๆ โปรดระบุ .....

##### 1.4 ประสบการณ์การเป็นผู้ฝึกสอนกีฬาเซปักตะกร้อ ..... ปี

สถาบันวิจัยและบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตอนที่ 2 สัมภาษณ์เรื่องเกี่ยวกับทักษะตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ

ลำดับ	รายการ	ระดับความสำคัญ			
		มากที่สุด	มาก	น้อย	น้อยที่สุด
1.	ตำแหน่งหน้าขวา (ขวาทำ)				
	1) ทำแต้มในเกมการแข่งขันด้วยการขึ้นทำ	.....	.....	.....	.....
	2) ขึ้นทำด้วยการกระโดดที่สูง	.....	.....	.....	.....
	3) ลูกที่ขึ้นทำออกไปจากเท้าด้วยความแรง	.....	.....	.....	.....
	4) กลับมายืนตั้งรับได้อย่างเร็วหลังจากขึ้นทำไปแล้ว	.....	.....	.....	.....
	5) กระโดดสกัดกัน (Block)	.....	.....	.....	.....
	6) ต้องการกระโดดซ้ำๆกันและความสูงการกระโดดคงที่	.....	.....	.....	.....
	7) คอยตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้	.....	.....	.....	.....
	8) เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....
	9) เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....
	10) เปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว	.....	.....	.....	.....
	11) อื่นๆที่คิดว่าจำเป็น โปรดระบุ	.....	.....	.....	.....
	.....				
2.	ตำแหน่งหน้าซ้าย (ซ้ายซง)				
	1) ทำแต้มในเกมการแข่งขัน (ถ้าทำ)				
	ทำอย่างไร โปรดระบุ.....	.....	.....	.....	.....
	2) มีความแม่นยำในการบังคับลูก	.....	.....	.....	.....
	3) ตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้	.....	.....	.....	.....
	4) เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....
	5) เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....
	6) เปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว	.....	.....	.....	.....
	7) กระโดดสกัดกัน (Block)	.....	.....	.....	.....

ลำดับ	รายการ	ระดับความสำคัญ			
		มากที่สุด	มาก	น้อย	น้อยที่สุด
	8) ต้องการกระ โดคซ้ำๆกันและความสูงการ กระ โดคคงที่	.....	.....	.....	.....
	9) อื่นๆที่คิดว่าจำเป็น โปรดระบุ				
	.....				
3.	ตำแหน่งเบ็ค				
	1) ทำเต็มในการแข่งขันด้วยการเสิร์ฟ	.....	.....	.....	.....
	2) ต้องการการยกขาที่สูงเพื่อเพิ่มมุมของลูก เสิร์ฟเมื่อตกสู่พื้น	.....	.....	.....	.....
	3) ลูกเสิร์ฟที่ออกจากเท้าไปมีความแรงและเร็ว	.....	.....	.....	.....
	4) มีความแม่นยำในการเสิร์ฟ	.....	.....	.....	.....
	5) เสิร์ฟซ้ำๆกัน โดยที่ความแรงของลูกเสิร์ฟ คงที่ แรงไม่ตก	.....	.....	.....	.....
	6) กระ โดคขึ้นท่า	.....	.....	.....	.....
	7) กระ โดคสก๊อคกัน (Block)	.....	.....	.....	.....
	8) ต้องการกระ โดคซ้ำๆกันและความสูงการ กระ โดคคงที่	.....	.....	.....	.....
	9) ตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้	.....	.....	.....	.....
	10) เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....
	11) เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....
	12) เปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวา ได้เร็ว	.....	.....	.....	.....
	13) อื่นๆที่คิดว่าจำเป็น โปรดระบุ				
	.....				

จากแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและสรุปความคิดเห็นของผู้ฝึกสอนที่อยู่ในสังกัดของสมาคมตะกร้อแห่งประเทศไทยและมีประสบการณ์เป็นผู้ฝึกสอนนักกีฬาเซปักตะกร้อทีมชาติไทยจำนวน 4 คน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ได้แก่ ตำแหน่งหน้าขวา ตำแหน่งหน้าซ้าย และตำแหน่งหลัง จำแนกเป็นรายชื่อ ดังตารางที่ 1- 3

<b>หมายเหตุ</b>	ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.26-4.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51-3.25 หมายความว่า ระดับมาก
	ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.76-2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
	ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00-1.75 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งหน้าขวา

รายการ	Mean	ระดับความสำคัญ
<b>ตำแหน่งหน้าขวา (ขวาทำ)</b>		
1. ทำแต้มในเกมการแข่งขันด้วยการขึ้นทำ(ฟาด)	4.00	มากที่สุด
2. ขึ้นทำด้วยการกระ โคคที่สูง	4.00	มากที่สุด
3. ลูกที่ขึ้นทำออกไปจากเท้าด้วยความแรง	3.00	มาก
4. กลับมายืนตั้งรับ ได้อย่างเร็วหลังจากขึ้นทำไปแล้ว	3.00	มาก
5. กระ โคคสกัดกัน (Block)	4.00	มากที่สุด
6. ต้องการกระ โคคซ้ำๆกันและความสูงการกระ โคคคงที่	3.50	มากที่สุด
7. คอยตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้	3.25	มาก
8. เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว	4.00	มากที่สุด
9. เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว	3.75	มากที่สุด
10. เปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว	4.00	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ฝึกสอนกีฬาตะกร้อทีมชาติไทยตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นถึงระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งหน้าขวา เป็นตำแหน่งที่ทำแต้มในเกมการแข่งขันด้วยการขึ้นทำ(ฟาด) มีการขึ้นทำ(ฟาด)ด้วยการกระ โคคที่สูง กระ โคคสกัดกัน (Block) มีการเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว และเปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งหน้าซ้าย

รายการ	Mean	ระดับความสำคัญ
<b>ตำแหน่งหน้าซ้าย (ซ้ายซง)</b>		
1. ทำเต็มในเกมการแข่งขัน	2.25	น้อย
2. มีความแม่นยำในการบังคับลูก	4.00	มากที่สุด
3. ตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้	4.00	มากที่สุด
4. เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว	4.00	มากที่สุด
5. เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว	3.75	มากที่สุด
6. เปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว	3.75	มากที่สุด
7. กระโดดสกัดกัน (Block)	2.50	น้อย
8. ต้องการกระโดดซ้ำๆกันและความสูงการกระโดดคงที่	2.25	น้อย

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ฝึกสอนกีฬาตะกร้อทีมชาติไทยตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นถึงระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งหน้าซ้าย เป็นตำแหน่งที่มีความแม่นยำในการบังคับลูก ต้องคอยตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้ มีการเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว และเปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด

สถาบันนวัตกรรมการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งหลัง

รายการ	Mean	ระดับความสำคัญ
<b>ตำแหน่งหลัง (แบ็ค)</b>		
1. ทำเต็มในการแข่งขันด้วยการเสิร์ฟ	4.00	มากที่สุด
2. ต้องการการยกขาที่สูงเพื่อเพิ่มมุมของลูกเสิร์ฟเมื่อตักสู่พื้น	3.50	มากที่สุด
3. ลูกเสิร์ฟที่ออกจากเท้าไปมีความแรงและเร็ว	3.75	มากที่สุด
4. มีความแม่นยำในการเสิร์ฟ	4.00	มากที่สุด
5. เสิร์ฟซ้ำๆกัน โดยที่ความแรงของลูกเสิร์ฟคงที่แรงไม่ตก	3.75	มากที่สุด
6. กระโดดขึ้นทำ	2.00	น้อย
7. กระโดดสกัดกัน (Block)	2.50	น้อย
8. ต้องการกระโดดซ้ำๆกันและความสูงการกระโดดคงที่	2.00	น้อย
9. ตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้	4.00	มากที่สุด
10. เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว	2.75	มาก
11. เคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว	3.75	มากที่สุด
12. เปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว	3.25	มาก

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าผู้ฝึกสอนกีฬาตะกร้อทีมชาติไทยตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นถึงระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ตำแหน่งหลัง เป็นตำแหน่งที่มีการทำเต็มในการแข่งขันด้วยการเสิร์ฟ ต้องคอยตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้ มีการเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว อยู่ในระดับที่มากที่สุด โดยที่ลักษณะการเสิร์ฟที่ต้องการนั้นมีความต้องการการยกขาที่สูงเพื่อเพิ่มมุมของลูกเสิร์ฟเมื่อตักสู่พื้น ลูกเสิร์ฟที่ออกจากเท้าไปมีความแรงและเร็ว มีความแม่นยำในการเสิร์ฟ และเสิร์ฟซ้ำๆกัน โดยที่ความแรงของลูกเสิร์ฟคงที่แรงไม่ตก



### ผลการสัมภาษณ์พบว่า

ระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ได้แก่

- ตำแหน่งหน้าขวา ผู้ฝึกสอนกีฬาตะกร้อทีมชาติไทยตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นถึงระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ในตำแหน่งหน้าขวา เป็นตำแหน่งที่ทำแต้มในเกมการแข่งขันด้วยการขึ้นทำ มีการขึ้นทำด้วยการกระโดดที่สูง กระโดดสกัดกัน (Block) มีการเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว และเปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด

- ตำแหน่งหน้าซ้าย ผู้ฝึกสอนกีฬาตะกร้อทีมชาติไทยตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นถึงระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ในตำแหน่งหน้าซ้าย เป็นตำแหน่งที่มีความแม่นยำในการบังคับลูก ต้องคอยตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้ มีการเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหน้าได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว และเปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาได้เร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด

- ตำแหน่งหลัง ผู้ฝึกสอนกีฬาตะกร้อทีมชาติไทยตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นถึงระดับความสำคัญของทักษะตะกร้อตามตำแหน่งของกีฬาเซปักตะกร้อ ในตำแหน่งหลัง เป็นตำแหน่งที่มีการทำแต้มในการแข่งขันด้วยการเสิร์ฟ ต้องคอยตั้งรับลูกจากคู่ต่อสู้ มีการเคลื่อนที่ไปรับลูกข้างหลังได้อย่างรวดเร็ว อยู่ในระดับที่มากที่สุด โดยที่ลักษณะการเสิร์ฟที่ต้องการนั้นมีความต้องการการยกขาที่สูงเพื่อเพิ่มมุมของลูกเสิร์ฟเมื่อตกสู่พื้น ลูกเสิร์ฟที่ออกจากเท้าไปมีความแรงและเร็ว มีความแม่นยำในการเสิร์ฟ และเสิร์ฟซ้ำๆกัน โดยที่ความแรงของลูกเสิร์ฟคงที่ แรงไม่ตก

### อภิปรายผลการสัมภาษณ์

จากผลการสัมภาษณ์เห็นได้ว่าในตำแหน่งหน้าขวา จะมีหน้าที่ในการทำแต้มมากที่สุดจากการขึ้นทำ การรุกทำแต้ม และการกระโดดสกัดกันซึ่งต้องการการกระโดดที่สูง พร้อมทั้งการเคลื่อนที่ไปด้านหน้า เปลี่ยนทิศทางซ้าย-ขวาได้อย่างรวดเร็วด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัยสิทธิ์ ภาวิลาสและคณะ (2545) เรื่องสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนในนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงเฉพาะตำแหน่ง ซึ่งพบว่าตำแหน่งหน้าขวาจะมีสมรรถภาพทางกาย ในส่วนของค่าพลังกล้ามเนื้อในการขึ้นกระโดดสูง และความอ่อนตัวที่มากกว่าในตำแหน่งอื่นๆ

ในตำแหน่งหน้าซ้าย จะเป็นตำแหน่งที่ไม่ค่อยมีการทำแต้มมากนักแต่จะเป็นตำแหน่งที่ค่อนข้างแม่นยำและมีการควบคุมลูกได้ดี พร้อมทั้งมีการเคลื่อนที่ไปทุกทิศทางได้อย่างรวดเร็ว เพราะต้องเป็นตำแหน่งที่จะต้องชงลูกให้กับหน้าขวาเพื่อทำแต้มต่อไปซึ่งก็สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัยสิทธิ์ ภาวิลาสและคณะ (2545) ที่พบว่าในตำแหน่งหน้าซ้ายจะมีความคล่องแคล่วว่องไวและความเร็ว ที่มากกว่าตำแหน่งอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนในตำแหน่งหลัง จะเป็นตำแหน่งที่มีการทำเต็มด้วยการเสิร์ฟ และยังมีหน้าที่คอยตั้งรับลูก ดังนั้นตำแหน่งหลังจึงต้องมีทั้งความแม่นยำในการเสิร์ฟ และความแม่นยำในการตั้งรับลูก เช่นเดียวกับตำแหน่งหน้าซ้าย จากงานวิจัยของ ชัยสิทธิ์ ภาวิลาศและคณะ (2544) เรื่องการวิเคราะห์ความเร็วลูก และความแม่นยำในการเสิร์ฟของนักกีฬาเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติ พบว่าตำแหน่งหลังที่ทำหน้าที่เสิร์ฟลูกจำเป็นต้องประกอบไปด้วยความแม่นยำและความเร็วสูงสุดของลูกเสิร์ฟ ซึ่งทั้งสองต้องสัมพันธ์กันกับคะแนนที่สามารถทำเต็มได้ด้วยจึงจะประสบความสำเร็จในการแข่งขัน

และจากผลการสัมภาษณ์จึงนำไปสู่การสร้าง โปรแกรมการฝึกนักกีฬาเซปักตะกร้อตามตำแหน่งของผู้เล่น โดยจากการวิเคราะห์จากผลการสัมภาษณ์และจากการสอบถามต่างๆพบว่า การฝึกแบบเชิงซ้อนแบบผสมผสานการฝึกด้วยน้ำหนักกับการเคลื่อนที่ในลักษณะแรงระเบิดเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาฝึกกับนักกีฬาในระดับนี้ เนื่องจากความหลากหลายของทักษะตะกร้อที่แต่ละตำแหน่งมีแตกต่างกันไป แต่มีเป้าหมายของทักษะต่างๆที่เหมือนกันคือ ความแข็งแรง พลังความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไวที่ต้องการเพิ่มขึ้น การฝึกด้วยโปรแกรมดังกล่าวจะสามารถนำทักษะที่ต้องการมาฝึกได้ตรงตามที่ต้องการจริง และมีประสิทธิภาพ ประกอบกับระยะเวลาที่จำกัด โปรแกรมนี้ก็ประหยัดเวลา ไม่รบกวนการฝึกตามปกติของนักกีฬาได้อีกด้วย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางการฝึกซ้อมเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย  
ในการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ 2007 ที่จังหวัดนครราชสีมา  
ตั้งแต่วันที่ 25 เมษายน - 12 พฤษภาคม 2550

เวลา	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
06.00 - 07.00 น.	เตรียมความพร้อมของร่างกาย ยืดเหยียดก่อนการวิ่ง, วิ่ง 2.4 กิโลเมตร, วิ่งสปีดระยะ 30 เมตร/ 3-5 ครั้ง					
10.00 - 12.30 น.	Basic skill ทักษะการเปิดลูก	Basic skill ทักษะการเปิดลูก	Basic skill ทักษะการเปิดลูก	Basic skill ทักษะการเปิดลูก	Basic skill ทักษะการเปิดลูก	Basic skill ทักษะการเปิดลูก
15.30 - 18.30 น.	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Weight training	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Weight training	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง

โดย นายวีรวิศ ฅ หนองคาย ผู้ฝึกสอน ทั้งนี้โปรแกรมอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

ตารางการฝึกซ้อมเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย  
ในการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ 2007 ที่จังหวัดนครราชสีมา  
ตั้งแต่วันที่ 14 - 19 พฤษภาคม 2550

เวลา	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
06.00 - 07.00 น.	เตรียมความพร้อมของร่างกาย ยืดเหยียดก่อนการวิ่ง, วิ่ง 2.4 กิโลเมตร, วิ่งสปีดระยะ 30 เมตร/ 3-5 ครั้ง					
10.00 - 12.30 น.	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Team Co- ordination ทักษะการรุกรับ (ทีมเวิร์ค)	Besic skill ทักษะการเปิดลูก รับ, ชง, ทำ	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง รับ, ชง, ทำ	Team Co- ordination ทักษะการรุกรับ (ทีมเวิร์ค)	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง รับ, ชง, ทำ
15.30 - 18.30 น.	Besic skill ทักษะการเปิดลูก รับ, ชง, ทำ	Weight training	Game เล่นเกมเพื่อหา จุดอ่อน-แข็ง	Besic skill ทักษะการเปิดลูก รับ, ชง, ทำ	Weight training	Game เล่นเกมเพื่อหา จุดอ่อน-แข็ง

โดย นายวีรัส ณ หนองคาย ผู้ฝึกสอน ทั้งนี้ โปรแกรมอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

ตารางการฝึกซ้อมเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย  
ในการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ 2007 ที่จังหวัดนครราชสีมา  
ตั้งแต่วันที่ 21 พฤษภาคม - 16 มิถุนายน 2550

เวลา	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
06.00 - 07.00 น.	เตรียมความพร้อมของร่างกาย ยืดเหยียดก่อนการวิ่ง, วิ่ง 2.4 กิโลเมตร, วิ่งสปีดระยะ 30 เมตร/ 3-5 ครั้ง					
10.00 - 12.30 น.	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Team Co- ordination (ทีมเวิร์ค)	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Team Co- ordination (ทีมเวิร์ค)	Specific ทักษะเฉพาะ ตำแหน่ง	Team Co- ordination (ทีมเวิร์ค)
15.30 - 18.30 น.	Besic skill ทักษะการเปิดลูก รับ, ชง, ทำ	Weight training	Game ประลองทีมกับ สุพรรณบุรี	Besic skill ทักษะการเปิดลูก รับ, ชง, ทำ	Weight training	Game เล่นเกมเพื่อหา จุดอ่อน-แข็ง

โดย นายวีรัส ณ หนองคาย ผู้ฝึกสอน ทั้งนี้ โปรแกรมอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม



ตารางการฝึกซ้อมเซปักตะกร้อหญิงทีมชาติไทย  
ในการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ 2007 ที่จังหวัดนครราชสีมา  
ตั้งแต่วันที่ 16 - 30 มิถุนายน 2550

เวลา	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
06.00 - 07.00 น.	เตรียมความพร้อมของร่างกาย ฮีตเหยียดก่อนการวิ่ง, วิ่ง 2.4 กิโลเมตร, วิ่งสปีดระยะ 30 เมตร/ 3-5 ครั้ง					
10.00 - 12.30 น.	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Game การลงทีม	Team Co- ordination (ทีมเวิร์ค)	Specific ทักษะเฉพาะตำแหน่ง	Game การลงทีม	Specific skill ทักษะการเปิดลูก รับ, ชง, ทำ
			ทักษะการรุก-รับ			
15.30 - 18.30 น.	Team Co- ordination (ทีมเวิร์ค)	Besic skill ทักษะการเปิดลูก รับ, ชง, ทำ	Game การลงทีม	Team Co- ordination (ทีมเวิร์ค)	Specific ทักษะเฉพาะ ตำแหน่ง	Game การลงทีม
	ทักษะการรุก-รับ			ทักษะการรุก-รับ		

โดย นายวีรวิธ ฅ หนองคาย ผู้ฝึกสอน ทั้งนี้ โปรแกรมอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม



ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ  
นักกีฬาตะกร้อหญิงทีมชาติไทย พ.ศ.2550

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตำแหน่ง	ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขา (กิโลกรัม)			พลังกล้ามเนื้อขา								
				ยื่นกระโดดไกล (ซ.ม.)			กระโดดบดข้อ (ซ.ม.)			กระโดดพาด (ซ.ม.)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ตำแหน่งหน้าขวา	130.4	162	179.4	185	210	211	154	158	155	230	230	230
	162	193.2	147.7	180	215	214	170	178	170	250	250	247
	186	199.4	173.6	179	215	209	160	166	155	235	235	233
	226.3	261.1	234.8	193	210	206	145	149	142	233	233	225
	172.5	174	198	189	215	217	155	158	152	230	230	227
ตำแหน่งหน้าซ้าย	224.5	260.1	326.6	183	217	205	-	-	-	-	-	-
	185.2	277.5	239.4	199	216	212	-	-	-	-	-	-
	202	220.1	213.8	192	210	214	-	-	-	-	-	-
	184.9	164.1	157	197	221	224	-	-	-	-	-	-
ตำแหน่งหลัง	195.8	252.7	203.4	181	203	201	-	-	-	-	-	-
	157	157	228.4	175	193	201	-	-	-	-	-	-
	215.4	244.2	184.9	189	206	210	-	-	-	-	-	-
	218	308.5	239.9	196	221	223	-	-	-	-	-	-
	163.1	176.6	166.8	184	205	205	-	-	-	-	-	-
	273	444	343	182	205	203	-	-	-	-	-	-



ตำแหน่ง	น้ำหนัก (kg)			การเร่งความเร็ว						ความคล่องแคล่วว่องไว							
				เวลา(s)		speed(m/s <sup>2</sup> )		เวลา(s)		speed(m/s <sup>2</sup> )		เวลา(s)		speed(m/s)		เวลา(s)	
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2
ตำแหน่งหน้าขวา	52.9	51.3	51	1.219	4.1	0.911	5.49	1.293	3.87	7.506	3.2	7.321	3.28	7.353	3.26		
	57.8	56.6	56.5	0.974	5.13	0.881	5.68	1.281	3.9	8.059	2.98	7.339	3.27	7.268	3.3		
	50.1	50.2	49	1.047	4.78	0.983	5.09	1.216	4.11	7.814	3.07	7.473	3.21	7.283	3.29		
	59	60.4	59	0.958	5.22	0.887	5.64	1.172	4.27	8.058	2.98	7.856	3.05	7.791	3.08		
	52	52.2	52	0.81	5.81	0.885	5.65	1.216	4.11	7.776	3.09	7.286	3.29	7.611	3.15		
ตำแหน่งหน้าซ้าย	55.8	55	54	0.918	5.45	0.903	5.54	1.295	3.86	7.318	3.28	7.074	3.39	7.109	3.38		
	46	47.8	48	0.986	5.07	0.962	5.2	1.13	4.42	7.587	3.16	7.431	3.23	7.555	3.18		
	49	49.6	49	0.969	5.16	0.968	5.17	0.970	5.15	7.421	3.23	7.071	3.39	7.283	3.29		
	54.4	54.2	53	0.975	5.13	0.99	5.05	1.223	4.09	7.752	3.1	7.06	3.4	7.083	3.39		
ตำแหน่งหลัง	61	62	60.5	0.951	5.26	0.904	5.53	1.185	4.22	7.339	3.27	7.325	3.28	7.678	3.13		
	60.3	59.8	57.5	0.916	5.46	0.871	5.74	1.295	3.86	8.038	2.99	7.424	3.23	7.17	3.35		
	55.9	55.4	53	1.046	4.78	0.907	5.51	1.232	4.06	7.907	3.04	7.434	3.23	7.622	3.15		
	56.2	57.5	56.5	0.963	5.19	0.93	5.43	1.224	4.08	7.791	3.08	7.409	3.24	7.623	3.15		
	63.3	60.2	60	1.045	4.78	0.957	5.22	1.105	4.52	7.96	3.02	7.248	3.31	7.945	3.02		
	62.3	59.1	58	1.01	4.95	0.958	5.22	1.326	3.77	7.495	3.2	7.242	3.31	7.637	3.13		

ตำแหน่ง	ความอ่อนตัวแบบเคลื่อนที่ (ซ.ม.)											
	การขึ้นแยกเท้า											
	หน้า-ขวา			หน้า-ซ้าย			ข้าง-ขวา			ข้าง-ซ้าย		
ตำแหน่งหน้าขวา	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3
	145	165	165	149	168	158	135	156	146	140	158	165
	152	175	163	145	165	157	143	168	163	148	166	162
	134	162	155	127	152	152	125	157	156	119	147	154
	145	169	159	149	160	164	149	154	161	145	161	165
	135	174	169	130	168	172	146	174	175	134	168	169
	141	155	155	140	154	153	134	146	159	140	154	161
ตำแหน่งหน้าซ้าย	145	151	146	133	145	155	135	148	154	139	152	151
	145	155	170	139	159	168	133	161	180	143	168	172
	153	158	159	154	154	172	144	165	163	147	165	166
	162	164	163	153	155	162	156	160	166	149	154	162
ตำแหน่งหลัง	150	164	168	144	162	163	152	165	179	155	168	173
	146	153	158	145	159	155	148	158	154	155	155	164
	154	161	173	164	159	175	150	165	173	156	168	178
	152	162	163	145	161	158	139	161	168	149	165	167
	147	168	168	142	175	170	151	178	188	142	173	188

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

- ชื่อ-สกุล : นางสาวเสาวลักษณ์ ศิริปัญญา  
 เกิดวันที่ : 7 พฤศจิกายน 2527  
 สถานที่เกิด : จังหวัดตาก  
 ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่ 52 หมู่ 1 ต.ทุ่งกระเซาะ อ.บ้านตาก จ.ตาก  
 รหัสไปรษณีย์ 62120
- ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 1  
 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2548  
 เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
 แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา  
 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 เมื่อปีการศึกษา 2549

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย